

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA



Simulação Social Baseada em Agentes com Modelo de Gift Exchange - Caso Exploratório em Telecomunicações

Ana Maria Guerreiro Aroeira da Silva Ramos

Mestrado em Informática

Dissertação orientada por:
Professor Doutor Luis Antunes

2020

Agradecimentos

Por vezes, e esta é uma delas, debruçamo-nos mais seriamente sobre a palavra agradecer. Primeiro, quero agradecer às pessoas mais próximas que me apoiaram com sorrisos, afetos e silêncio, e que souberam quando era apropriado usar cada um deles. Quero também agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Luis Antunes, pelo tempo, conhecimento e pistas sobre caminhos a seguir que partilhou comigo e que foram uma oportunidade de aprendizagem e também um voto de confiança ao qual procuro corresponder.

Resumo

Para extrair informações de negócio a nível macro e micro e prever tendências de mercado, as empresas têm uma ampla gama de sistemas de *Business Intelligence* e *Datawarehouse*, mas as ferramentas para explorar ou criar cenários de interações que os clientes têm entre si são subestimadas. Em economias cada vez mais competitivas, as empresas tentam descobrir nichos de oportunidades mudando a maneira como os mercados são observados e o desempenho empresarial é melhorado. As oportunidades para a aplicação da Simulação Social nos negócios são numerosas, não apenas sobre economia comportamental e mercados artificiais, mas também através da aplicação noutras questões que analisam fatores como reputação e influência, concorrência e comportamento altruísta, confiança, motivação, entre outros.

Os padrões de consumo nas telecomunicações surgem fundamentalmente das interações entre os indivíduos e a Simulação Social tem sido usada para construir e validar modelos preditivos ou explicativos em áreas nas quais a estrutura e o comportamento do grupo emergem de simples interações entre indivíduos. Um cenário concreto para o uso da Simulação Social baseia-se na análise dos padrões de contactos realizados entre os indivíduos, para perceber quais são os elementos mais dinâmicos dos grupos. Outro cenário concreto é verificar a contribuição dos modelos de troca de presentes na coesão do grupo: os elementos podem trocar pontos obtidos pelo consumo e depois convertê-los em ofertas que podem ser um valor agregado em termos de manutenção da coesão do grupo. Este último é o cenário aqui apresentado.

Palavras-chave: Simulação Social; *Gift Exchange*; Modelos Baseados em Agentes; Modelação *Overview, Design concepts, Details + Decisions*; Telecomunicações; Redes Sociais

Abstract

In order to extract business information at macro and micro level and to forecast market trends, companies have a wide range of datawarehouse and business intelligence systems, but the tools to explore or create scenarios of interactions that customers have with each other are undervalued.

Social simulation is a very useful methodology in certain business areas where understanding interactions that customers have with each other is an added value, since the core of the business is based in maximizing these interactions. This is the case in the area of telecommunications, where increasing communication among people is a business objective.

In increasingly competitive economies, companies try to discover niches of opportunity by changing the way markets are observed and corporate performance is improved.

The opportunities for the application of social simulation in business are numerous, not only about behavioral economics and artificial markets, but also through the application in other issues that have been addressed and analyze factors such as reputation and influence, competition and altruistic behavior, trust, motivation, among others.

The patterns of consumption in telecommunications emerge fundamentally from interactions between individuals and Social Simulation has been used to construct and validate predictive or explanatory models in areas in which the structure and behavior of the group emerges from simple interactions between individuals. A concrete scenario for the use of Social Simulation is based on the analysis of the patterns of contacts made between the individuals, to perceive which are the most dynamic elements of the groups.

Another concrete scenario is to verify the contribution of gift-exchange models in group cohesion: elements can exchange offers obtained through consumption and then convert it into offers that can be an added value in terms of maintaining group cohesion. This is the scenario here presented.

Keywords: Social Simulation; Gift Exchange; Agent Based Models; Overview, Design concepts, Details + Decisions methodology; Telecommunications; Social Networks

Conteúdo

Lista de Figuras	xii
-------------------------	------------

Lista de Tabelas	xiii
-------------------------	-------------

1 Introdução	1
1.1 Contexto	2
1.2 Problema	2
1.3 Motivação	3
1.4 Objectivos	4
1.5 Contribuições	4
1.6 Estrutura do documento	5
2 Conceitos	7
2.1 Rede social	7
2.2 Ator	7
2.3 Tipos de relações estudadas nas redes sociais	8
2.4 Grafos – noções genéricas e terminologia	8
2.5 Métricas usadas nas redes sociais	11
2.6 Small World Networks	13
3 Trabalhos relacionados com modelos de <i>gift exchange</i>	17
3.1 Modelos de <i>gift exchange</i>	17
3.2 Simulação ABM com modelos de GE	20
4 Opções Tecnológicas	23
4.1 Modelação baseada em agentes	23
4.2 Modelação Overview, Design concepts, Details + Decisions	24
4.3 Plataforma de simulação	25

4.4	Ontologia	28
5	Simulação Social Baseada em Agentes com modelo de <i>gift exchange</i>	29
5.1	Visão geral	29
5.1.1	Propósito	29
5.1.2	Entidades, variáveis de estado e escalas	29
5.1.3	Visão geral do processo e sequenciamento das ações	32
5.2	Conceitos do design	32
5.2.1	Tomada de decisão individual	32
5.2.2	Aprendizagem	35
5.2.3	Interação	35
5.2.4	Estocástica	35
5.2.5	Observação	35
5.3	Detalhes	36
5.3.1	Detalhes da implementação	36
5.3.2	Inicialização	36
5.3.3	Dados de entrada	37
5.3.4	Submodelos	37
6	Resultados	41
6.1	Cenários A e B	43
6.1.1	Cenário A	43
6.1.2	Cenário B	44
6.1.3	Resumo dos cenários A e B	44
6.2	Cenários C e D	45
6.2.1	Cenário C	45
6.2.2	Cenário D	45
6.2.3	Resumo dos cenários C e D	46
6.3	Conclusões retiradas das simulações	46
7	Conclusão	49
7.1	Contribuições	50
7.2	Dificuldades encontradas	50
7.3	Trabalhos futuros	51
7.4	Impactos sociais e económicos	51

Lista de Figuras

2.1	associação entre macacos-aranha adultos. Os atores estão subdivididos por género: nós verdes representam fêmeas e nós azuis representam machos. <i>In</i> [Ramos-Fernández et al., 2009].	9
2.2	Tipos de relações sociais entre pessoas, segundo [Borgatti and Halgin, 2011].	10
2.3	Grafo simples, representando a relação 'ser primo de'.	11
2.4	Clusters numa rede.	14
2.5	o valor crescente da probabilidade p faz com que a RLN se transforme, evoluindo até uma RN. Para valores intermédios de p obtém-se uma SWN. Figura <i>in</i> [Watts and Strogatz, 1998].	15
3.1	Impacto da oferta de pequenos presentes na concretização de uma venda. <i>In</i> [Maréchal and Thöni, 2016].	19
3.2	Rede de troca de presentes. As setas representam o sentido emissor - receptor. <i>In</i> [Kizilcec et al., 2018].	20
4.1	Modelação ODD+D. Adaptado de [Müller et al., 2013].	24
4.2	Classificação de ferramentas usadas na área de simulação. <i>In</i> [Abar et al., 2017]	26
4.3	Janela com o extrato do código da simulação.	27
4.4	Janela com o interface da simulação.	28
5.1	Pessoa na simulação.	30
5.2	Agentes posicionados no tabuleiro após 'Setup' da simulação.	34
5.3	Sequenciamento das ações principais na simulação.	35
5.4	Exemplo da variação dos parâmetros numa exportação de dados do BehaviorSpace.	36
5.5	Parâmetros na interface da simulação.	38
6.1	Janela da ferramenta BehaviorSpace com valores configurados para correr a simulação.	42
6.2	Gráfico com os resultados globais resultantes das simulações.	43
6.3	Gráfico com os resultados no cenário A.	43
6.4	Gráfico com os resultados no cenário B.	44

6.5	Gráfico com os resultados no cenário C.	45
6.6	Gráfico com os resultados no cenário D.	46

Lista de Tabelas

2.1	Algumas definições de rede social	8
5.1	Variáveis do modelo.	31
5.2	Parâmetros da simulação.	33
5.3	Valores possíveis que podem ser atribuídos aos parâmetros.	37
5.4	Ações dos agentes.	39
6.1	Valores dos parâmetros que foram utilizados nas simulações.	41

Capítulo 1

Introdução

A tese apresentada é realizada no âmbito do Mestrado em Informática e concretiza o objetivo de desenvolver um sistema de Simulação Social com agentes, utilizando o paradigma de *Agent Based Modeling* (ABM), que permite abordar de uma forma exploratória problemas que são eficazmente tratados por esta abordagem.

Desde sempre a criação de novas ideias e conceitos e a utilização de ferramentas de carácter diverso têm servido para dar resposta aos desafios que as pessoas e as sociedades enfrentam. O surgimento de tecnologias da informação e a aplicação de novos paradigmas trouxeram formas inovadoras para reunir dados e analisar problemas que até então dificilmente podiam ser estudados de maneira efetiva devido à dimensão da informação em causa ou pela complexidade das interações entre os diversos elementos do problema.

Escolheu-se um tema que tem sido abordado na Simulação Social, nomeadamente em [Alam et al., 2005] e [Rouchier et al., 2001]: modelos de *gift exchange*. Pretende-se explorar em que medida a troca de presentes entre elementos de um grupo pode contribuir para a sua manutenção neste, utilizando o contexto das telecomunicações. Mais especificamente, construiu-se um modelo de simulação em que os indivíduos recebem pontos em função do número de chamadas e utilizam esses pontos para oferecer bens a outros elementos do grupo.

Para além da simples troca de presentes, no modelo criado existem vários fatores que convergem para a criação dos cenários simulados, proporcionando a diversidade destes e a esperada variabilidade nos resultados obtidos. A quantidade de chamadas é a forma de controlar a obtenção de pontos que serão utilizados para adquirir ofertas. Os fatores mencionados acima concretizam-se em parâmetros que estão modelados na simulação e são utilizados para explorar os cenários que poderão contribuir, em maior ou menor grau, para a desagregação do grupo, a saber: a quantidade de indivíduos (tamanho da rede); a frequência com que fazem chamadas; o custo na obtenção dos pontos; o custo das ofertas; a disponibilidade para oferecer os bens e o interesse em recebê-los.

A troca de presentes é usada quer em contextos sociais, quer em contextos empresariais. Nestes últimos pode mencionar-se, por exemplo, a indústria farmacêutica. Existem estudos que incidem em diversas vertentes da troca de presentes, como na relação empregado-empregador ou em cenários de negociação, havendo autores que investigaram a influência daqueles na satisfação dos empregados ou no sucesso da conclusão de negócios. Alguns exemplos serão apresentados no capítulo intitulado 'Trabalhos relacionados com modelos de *gift exchange*'.

Adicionalmente, a troca de presentes também é estudada de um ponto de vista antropológico e ético/legal, abordando-se a questão de onde colocar a fronteira entre o que pode ser considerado um presente e o que constitui um suborno.

1.1 Contexto

O mercado de telecomunicações debate-se com alguns desafios:

- integrar num sistema centralizado informação obtida a partir de vários sistemas e canais;
- lidar com a incoerência e a redundância da informação e também com a falta desta;
- enfrentar restrições à obtenção e ao uso da informação impostas por limitações legais;
- construir modelos de comportamento dos clientes que sejam úteis e corretos e proceder à sua validação.

Vários destes desafios são essencialmente organizacionais e técnicos. No entanto, uma vez que o objeto de interesse da empresa são as pessoas, os comportamentos e as interações entre estas, e dado que a Simulação Social oferece uma bancada de experimentação para testar hipóteses e modelos, prever comportamentos futuros e compreender o real, existem no domínio do *Customer Relationship Management* (CRM) de telecomunicações várias oportunidades de aplicação da Simulação Social, em concreto como uma ferramenta que complementa as de carácter mais estatístico e descritivo do *Data Mining* utilizadas no CRM analítico essencialmente para identificar padrões e relações interessantes nos dados e para fazer previsões de consumos.

O que leva uma pessoa a ter a rede móvel A ou a B? Enquanto no mercado das telecomunicações fixas temos, por exemplo, a cobertura geográfica ou o tempo de ativação da linha como parâmetros importantes, no mercado móvel esses fatores não são relevantes. Nas redes móveis (especialmente para os segmentos de clientes particulares), os preços dos tarifários são idênticos, os serviços e equipamentos também, a qualidade da cobertura da rede *idem*.

Os fatores diferenciadores da escolha podem ser a qualidade do apoio ao cliente, o padrão de chamadas, como a operadora em que estão as pessoas para as quais ele liga, a frequência, duração ou destino dos contactos e também motivos subjetivos. Os padrões de consumo na área das telecomunicações emergem fundamentalmente das interações entre os indivíduos, e a Simulação Social Baseada em Agentes tem sido utilizada para construir e validar modelos preditivos ou explicativos neste tipo de problema em que a estrutura e o comportamento do grupo emergem de interações simples entre os indivíduos.

1.2 Problema

Em economias cada vez mais competitivas e onde se tenta descobrir nichos de oportunidade alterando a forma como se olha para os mercados e para o desempenho das empresas [Baghai et al., 2009], a Simulação Social Baseada em Agentes é uma metodologia muito útil em áreas de negócio onde a compreensão das interações que os clientes têm entre si é uma mais valia, dado que o núcleo do negócio assenta na exploração e maximização dessas interações. Este é o caso da área de telecomunicações, em

que colocar as pessoas a comunicar mais entre si é um objetivo das empresas, mas por razões obviamente económicas.

Para extrair informação sobre o negócio, quer a nível macro, quer a nível micro, e fazer previsões da evolução dos mercados, as empresas dispõem de um amplo leque de sistemas de *datawarehouse* (DW) e *business intelligence* (BI), mas as ferramentas que permitem explorar ou criar cenários sobre as interações que os clientes têm entre si são subvalorizadas.

O mercado de telecomunicações móveis na Europa está consolidado. Os diversos operadores têm ofertas muito semelhantes a nível de preços, serviços e tecnologias disponíveis para o cliente. A orientação ao produto, apostando na diferenciação através da sua qualidade; o marketing, apostando em publicidade ou ainda o preço dos serviços disponibilizados acabam por não ser vantagens competitivas relevantes dado que são idênticas entre os vários operadores.

O valor que os operadores cobram entre si pelas chamadas recebidas foi alvo de recomendação de baixa por parte da União Europeia (UE) e isto reduziu as margens de lucro no caso das empresas de telecomunicações com maior quota de mercado, que têm nas chamadas que os clientes recebem de outras redes uma fonte de receita adicional. A uniformização a nível de tecnologias e também as pressões sobre as margens de lucro mencionadas acima obrigam as empresas a olhar com atenção redobrada para os clientes que já conquistaram e a serem mais eficazes na conquista de novos.

Para melhorar a satisfação dos clientes, descobrir oportunidades de captação de novos clientes e manutenção dos atuais e, simultaneamente, aumentar a eficiência dos recursos e a eficácia do marketing e consequentemente os lucros, as empresas dispõem de processos de negócio e sistemas de CRM. O CRM surgiu no início da década de 90 e reflete a necessidade de colocar o cliente no centro do negócio e da estratégia empresarial e de ter uma perspetiva integrada acerca do cliente. Isto não é feito desinteressadamente, trata-se de uma exigência económica, de ganhar vantagem competitiva.

1.3 Motivação

Atualmente é impossível concebermos um mundo sem serviços de telecomunicações móveis: a conectividade, a facilidade de comunicação, os serviços associados (especialmente em *smartphones*), as vantagens económicas, de entretenimento, sociais ou de conhecimento oferecem um sem número de oportunidades para os cidadãos e empresas. O custo decrescente dos equipamentos, a melhoria das infraestruturas de telecomunicações, a maior facilidade de utilização, o aumento da literacia digital e o esforço pela disponibilização de serviços e conteúdos úteis é um estímulo para a utilização das comunicações móveis.

Segundo os dados da organização Global System for Mobile Communications, na Europa cerca de 86 por cento da população é cliente de serviços móveis. Apesar de no resto do mundo a taxa ser inferior, o crescimento é maior nos países em desenvolvimento [GSMA, 2018].

A relação entre clientes e os seus fornecedores de serviços é um tema que interessa a ambos. Os benefícios não devem ser apenas para uma das partes, até porque, nessas circunstâncias, quem terá mais condições para retirar proveitos económicos são as empresas. Porém, os consumidores estão ativos na procura de soluções mais vantajosas para si próprios e atentos à relação custo/benefício dos tarifários existentes.

Assim, é interessante permitir que as empresas explorem mais soluções que possam aproximá-las dos clientes e promover a sua imagem, colocando ofertas que lhes tragam benefícios. Uma destas soluções pode ser a Simulação Social Baseada em Agentes, que tem sido aplicada no campo económico-empresarial de inúmeras formas, passando não só pela área da economia comportamental e mercados artificiais, mas também pela utilização na análise de aspetos como a reputação, a influência, a competição e o comportamento altruísta, a confiança, a motivação, a propagação de ideias e as redes sociais, entre outros.

1.4 Objectivos

Os padrões de consumo na área das telecomunicações emergem fundamentalmente das interações entre os indivíduos. Autores como [Nunes and Antunes, 2015] ou [Stocker et al., 2001] referem que a Simulação Social Baseada em Agentes (SSBA) tem sido utilizada para construir e validar modelos preditivos ou explicativos para problemas em que a estrutura e o comportamento do grupo emergem de interações entre os indivíduos, portanto será útil para aplicar no caso em estudo.

Um cenário concreto para uso da Simulação Social baseada em agentes é, partindo da análise dos padrões de contactos efetuados entre os indivíduos, perceber quais são os elementos mais dinâmicos dos grupos. Existem várias hipóteses que podem ser testadas:

- Um elemento mais dinâmico deve ser o que efetua mais chamadas ou podemos ter situações em que os elementos mais dinâmicos são os que recebem mais chamadas?
- Quais os padrões que podemos identificar que nos levem a descobrir os elementos ‘agregadores’ dos grupos e existe alguma relação com o dinamismo dos mesmos?
- Até que ponto é que parâmetros como o custo das chamadas e o grau de interesse do elemento satélite pelo elemento agregador são relevantes na manutenção da ligação entre os mesmos?

Outro cenário é verificar a contribuição de modelos de *gift exchange* para a coesão de grupos, em que os elementos podem trocar ofertas obtidas mediante o consumo efetuado.

Neste trabalho o objetivo é, no domínio das telecomunicações, implementar e apresentar uma Simulação Social Baseada em Agentes com modelo de *gift exchange* que possa indicar pistas para a retenção de clientes. As conclusões obtidas a partir da simulação podem, eventualmente, conduzir à definição de estratégias que contribuam para esta retenção, mas cujos resultados deverão ser validados num contexto empresarial e com base em dados reais obtidos a partir de sistemas de DW próprios dessas empresas.

1.5 Contribuições

Este estudo exploratório apresenta três contribuições que constituem um ponto de partida para a aplicação do modelo apresentado para os fins propostos:

- O desenho e criação de uma Simulação Social Baseada em Agentes utilizando a plataforma de desenvolvimento e simulação baseada em agentes Netlogo. Esta simulação poderá ser estendida ou

alterada para testar hipóteses que contribuam para a apresentação de outra visão sobre a temática ou aprofundamento da abordagem proposta nesta dissertação, uma vez que aquela é uma entre várias que poderiam ser seguidas.

- A criação e a descrição baseada no protocolo *Overview, Design concepts, Details + Decisions* de um modelo de Simulação Social Baseada em Agentes aplicado à área das Telecomunicações. Com este modelo efectua-se uma análise exploratória sobre o interesse da utilização de *gift exchange* para manter a coesão de um grupo - indivíduos que pertencem à mesma rede social integrada num serviço de telecomunicações.
- A introdução a conceitos fundamentais que permitem enquadrar este trabalho num contexto mais vasto. Entre estes conceitos estão os tipos de redes sociais, as métricas utilizadas no estudo das redes sociais, trabalhos relacionados com a simulação de modelos de *gift exchange*, entre outros.

1.6 Estrutura do documento

Este documento está organizado da seguinte forma:

- Capítulo 1 – trata-se do presente capítulo, onde se introduz a temática em estudo e se apresentam os objetivos, a motivação e as contribuições do trabalho realizado;
- Capítulo 2 – neste capítulo pretende-se que o leitor menos familiarizado com o estudo das redes sociais seja brevemente colocado a par da sua evolução, bem como de alguns conceitos fundamentais e da tipologia de rede mais relevante para o tema apresentado;
- Capítulo 3 – são apresentados vários artigos que se debruçam sobre os modelos de *gift exchange* (GE) com Simulação Baseada em Agentes, nomeadamente na sua aplicação em contextos económicos. Referem-se também outros modelos de GE aplicados à economia comportamental e experimental;
- Capítulo 4 – faz-se a apresentação da metodologia, ferramentas e plataformas utilizadas para a modelação e desenvolvimento da Simulação Social Baseada em Agentes deste trabalho;
- Capítulo 5 – aborda-se o desenvolvimento e a implementação da Simulação Baseada em Agentes utilizada na tese. Desenvolvido na plataforma NetLogo, desenhou-se um modelo para simular a influência do GE na coesão de uma rede social formada por clientes de um fornecedor de telecomunicações;
- Capítulo 6 – é dedicado à apresentação dos resultados da simulação referida no capítulo anterior;
- Capítulo 7 – é o capítulo final, onde constam apreciações, reflexões e contribuições do trabalho realizado, bem como propostas para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Conceitos

2.1 Rede social

Uma rede social é um conjunto de pessoas ou outras entidades (denominadas nesta área por ‘atores’) interligadas através de relações sociais. Esta é uma definição que essencialmente reporta à dada em [Wasserman and Faust, 1994], que é utilizada na literatura sobre análise das redes sociais. Outras definições estão compiladas na tabela 2.1.

Na área da análise de redes sociais dá-se especial ênfase ao aspeto relacional em detrimento dos atributos intrínsecos aos indivíduos, grupos ou outras entidades, isto é, considera-se que a localização destes elementos na rede é decisiva para o papel/função que desempenham no contexto social, nomeadamente porque restringe ou facilita o acesso à informação, oportunidades, influência, poder, etc.. Isto não quer dizer que se considere que as características das entidades, as suas motivações, sejam irrelevantes para compreender as realidades sociais, mas sim que a perspetiva centrada no indivíduo não é suficiente ou mesmo decisiva para a análise e compreensão dessas realidades.

2.2 Ator

Atores numa rede social podem ser pessoas, grupos de pessoas, instituições, empresas, alianças, famílias e inúmeras outras entidades mais ou menos abstratas. O conceito de ator e as redes sociais também são usados na análise de redes sociais de animais - como exemplo, temos redes sociais de golfinhos em [Lusseau and Newman, 2005], ou de primatas em [Ramos-Fernández et al., 2009] .

A possibilidade de agregar entidades individuais é uma mais valia em termos de versatilidade de representação de diversas realidades e contextos sociais: um ator pode ser, por exemplo, um aluno ou uma escola; um empregado de uma organização ou toda a organização, dependendo do objectivo do estudo. Por outro lado, numa mesma rede podem coexistir tipos diferentes de atores, ou estes podem estar subdivididos de acordo com determinado atributo, como é o caso do diagrama da figura 2.1.

Tabela 2.1: Algumas definições de rede social

Autores	Definição
[Wasserman and Faust, 1994]	‘A social network consists of a finite set or sets of actors and the relation or relations defined on them’
[Marin and Wellman, 2014]	‘A social network is a set of socially-relevant nodes connected by one or more relations. Nodes, or network members, are the units that are connected by the relations whose patterns we study.’
[Newman, 2010]	‘Social networks are networks in which the vertices are people, or sometimes groups of people, and the edges represent some form of social interaction between them’
[Brass, 2012]	‘a network as a set of nodes and the set of ties representing some relationship or lack of relationship between the nodes(...) In the case of social networks, the nodes represent actors (i.e., individuals, groups, organizations)’
[Boccaletti et al., 2006]	‘A social network is formally defined as a set of individuals or social entities linked through some kind of interactions among them’

2.3 Tipos de relações estudadas nas redes sociais

Da mesma forma que existe variabilidade no tipo de atores, também os tipos de relações sociais estudadas são vastos. Considerando as relações que se estabelecem entre os pares de atores, podem referir-se, entre outras, relações de amizade, relações familiares, de colaboração, prestígio, influência, poder ou transferência de conhecimento [Antunes et al., 2009].

Em [Borgatti et al., 2009], as relações sociais entre pessoas são classificadas dentro de 4 tipos: de similaridade; relações sociais; interações e fluxos (figura 2.2). As duas primeiras são tipos de relações que têm continuidade ao longo do tempo – estados - e as duas últimas pressupõem um grau de impermanência; são como a fotografia de uma realidade num determinado momento – eventos. Alguns destes tipos não são propriamente ‘relações sociais’, mas podem funcionar como um indicador para a existência destas.

As relações também podem ser classificadas numa perspetiva de reciprocidade da relação entre cada par de atores e nesse caso consideram-se ‘relações simétricas’ - aquelas em que se o ator A está relacionado com o B, então o B também tem que estar relacionado com o A (como ‘viajar com’, ‘ser vizinho de’), - ou relações assimétricas - as relações em que A está relacionado com B, mas B não está relacionado com A (como ‘gostar de’, ‘aconselhar’).

2.4 Grafos – noções genéricas e terminologia

O uso de grafos e matrizes facilitou o estudo das redes sociais porque, nomeadamente, permitiu a aplicação de estruturas, conceitos e regras matemáticas sólidas à análise das redes e também que a análise seja feita com o uso de computadores. A teoria dos grafos é uma área da matemática estudada desde o séc.XVIII, considerando-se como pioneiro o trabalho de Euler ‘*Solutioproblematis ad*

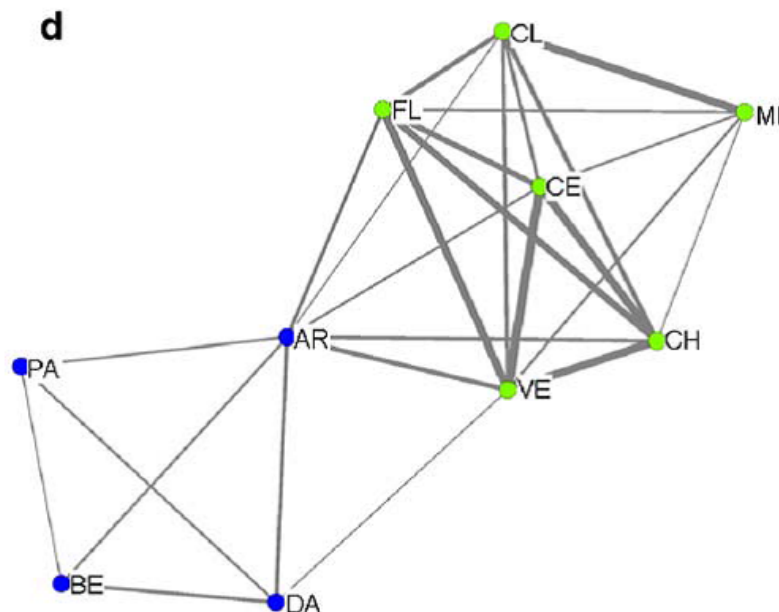


Figura 2.1: associação entre macacos-aranha adultos. Os atores estão subdivididos por gênero: nós verdes representam fêmeas e nós azuis representam machos. In [Ramos-Fernández et al., 2009].

geometriamsituspertinentis', publicado em 1736. Um grafo é um par (V, E) , sendo V um conjunto não vazio de elementos denominados vértices e E uma coleção de pares sobre V , denominados arestas.

Um grafo simples, exemplificado na figura 2.3, é um grafo que não tem lacetes (arestas unindo um vértice a ele próprio) nem arestas paralelas (quando um par de vértices é unido por várias arestas).

Se as arestas tiverem uma orientação chamam-se 'arcos' e o grafo é denominado dígrafo. Nas redes sociais habitualmente utilizam-se grafos simples com ou sem orientação. A utilização da orientação nas arestas depende da natureza da relação que se pretende representar: se a relação for simétrica (o vértice i estar ligado ao vértice j implica que o vértice j esteja automaticamente ligado ao vértice i - como numa relação do tipo 'ser vizinho de') utiliza-se um grafo não dirigido; caso contrário utiliza-se um dígrafo (por exemplo para modelar a relação 'gostar de').

- Num grafo valorado é atribuído um peso às arestas. O peso permite representar um atributo das relações, como por exemplo frequência, custo ou distância.
- Dois vértices ligados por uma aresta denominam-se adjacentes e a aresta diz-se incidente aos vértices.
- Um grafo pode ser representado por uma matriz de adjacência A , que é uma matriz $n \times n$, sendo n a quantidade de vértice do grafo. Cada entrada A_{ij} representa a relação entre os vértices i e j . Num grafo simples não valorado as entradas tomam o valor 1 ou 0, caso os vértices i e j sejam ou não adjacentes, e a diagonal principal da matriz toma o valor zero (os vértices não são adjacentes a eles próprios).
- O grau d_i de um vértice i é a quantidade de arestas ligadas a esse vértice. Um vértice de um dígrafo tem grau de entrada (quantidade de arcos que terminam em i) e grau de saída (quantidade de arcos



Figura 2.2: Tipos de relações sociais entre pessoas, segundo [Borgatti and Halgin, 2011].

que partem de i).

- A vizinhança de um vértice i é o conjunto dos vértices aos quais está ligado.
- Num grafo completo quaisquer 2 vértices são adjacentes.
- Um passeio (*walk*) entre o vértice i e j é uma sequência de arestas (ou arcos) $i_1i_2, i_2i_3, i_3i_4, \dots, i_{k-1}i_k$ em que $i_1=i$ e $i_k=j$.
- Um caminho (*path*) entre o vértice i e j é uma sequência de arestas (ou arcos) $i_1i_2, i_2i_3, i_3i_4, \dots, i_{k-1}i_k$ em que $i_1=i$ e $i_k=j$ e nenhum vértice se repete.
- Um ciclo é um caminho $i_1i_2, i_2i_3, i_3i_4, \dots, i_{k-1}i_k$ em que $i_1=i_k$ (começa e termina no mesmo vértice).
- O comprimento de um caminho é a quantidade de arestas desse caminho. Particularmente relevante é o caminho mais curto (também caminho geodésico) entre dois vértices (caminho com o menor número possível de arestas).
- A distância entre dois vértices é o comprimento do caminho mais curto entre esses vértices.
- Grafo conexo é aquele em que existe pelo menos um caminho entre qualquer par de vértices.
- Subgrafo W de um grafo G é um grafo em que todos os vértices e todas as arestas de W pertencem a G .
- Um componente de um grafo é um subgrafo conexo maximal.
- Um clique é um subgrafo completo maximal em que os vértices são adjacentes.

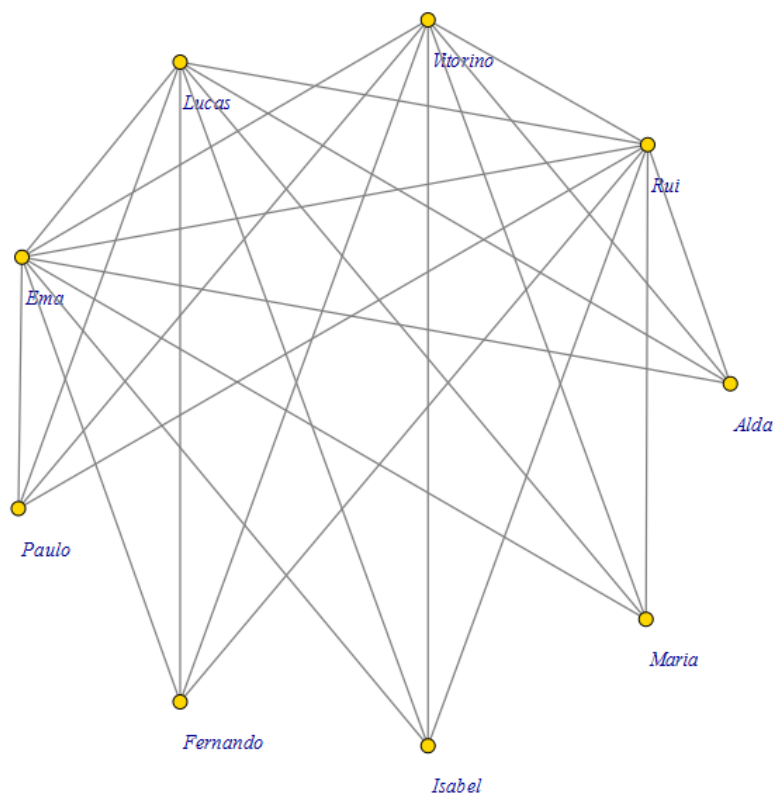


Figura 2.3: Grafo simples, representando a relação 'ser primo de'.

- Um vértice-corte é um vértice que, caso seja removido, faz com que o grafo fique desconexo.
- Uma aresta-corte é uma aresta que, caso seja removida, faz com que o grafo fique desconexo.
- A excentricidade de um vértice é igual ao máximo das distâncias desse vértice a quaisquer outros.
- O tamanho de um grafo é a quantidade de vértices do grafo.
- A ordem de um grafo é a quantidade de arestas do grafo.
- O diâmetro de um grafo é o máximo da excentricidade de todos os seus vértices, i.e., o número de arestas do caminho geodésico mais longo entre quaisquer dois vértices.
- O raio de um grafo é o mínimo da excentricidade de todos os seus vértices.
- O centro de um grafo é o conjunto dos vértices com excentricidade mínima e a periferia do grafo é o conjunto dos vértices com excentricidade máxima.
- A densidade de um grafo é dada pela razão entre o número de arestas existentes e o número de arestas possíveis. Num grafo simples não orientado, com t arestas e n vértices, a densidade D é dada pela razão entre T e $n(n-1)/2$.

2.5 Métricas usadas nas redes sociais

As métricas nas redes sociais podem incidir em vários níveis, por exemplo focando o estudo do ator como nas métricas de centralidade ou num nível mais geral, como a densidade da rede, que mede a quantidade

global de ligações existentes. As redes são densas quando existe uma quantidade elevada de ligações e são esparsas caso contrário.

As métricas de centralidade tentam responder à questão: qual a importância de um elemento na rede? O elemento mais importante é aquele que tem mais vizinhos? É o que liga grupos de elementos? É o que está mais perto dos restantes elementos da rede? É o que está relacionado com elementos mais influentes na rede? São métricas usadas a nível ‘micro’, baseadas nas propriedades estruturais dos nós, até que ponto os nós estão ligados aos restantes, e utilizadas para aferir a importância da posição do nó na rede.

O estudo do conceito de centralidade aplicado a redes sociais data de meados do século XX. Este conceito foi clarificado em [Freeman, 1979]. Freeman caracterizou 3 propriedades que permitem aferir a centralidade de um nó: o seu grau; a distância mínima a todos os restantes nós da rede e a geodésica do nó aos restantes nós. Posteriormente, surgiram métricas de centralidade adicionais que consideram também a importância da vizinhança de um nó.

Interesse prático (utilidade) das medidas de centralidade. Um nó central pode, pela sua posição na rede, alcançar mais fácil ou rapidamente um maior número de elementos. Numa rede social, a maior centralidade dos elementos pode corresponder potencialmente a uma melhor capacidade de influenciar, controlar e exercer poder, obter conhecimento e vantagens. Tais elementos podem ser facilitadores do fluxo de comunicação na rede, ou, pelo contrário, agir como ‘sabotadores’ dos fluxos na rede.

Identificar os elementos centrais da rede é relevante, por exemplo, num cenário em que se pretende alterar comportamentos e, na impossibilidade de intervir sobre todos os elementos, coloca-se a questão: quem são os elementos que detêm uma posição privilegiada? Identificar os elementos centrais, no entanto, dada a natureza multifacetada das realidades sociais, pode não ser suficiente (suponhamos que o sujeito a é quem detém o conhecimento, mas por outro lado, não o quer transmitir).

‘Degree Centrality’ (DC): mede a centralidade de um nó (elemento) considerando a razão entre o número de nós que lhe são adjacentes (cardinalidade da vizinhança) e a quantidade de nós na rede. Considerando isto, numa determinada rede quanto maior o grau de um nó, mais central ele é. O DC de um nó varia entre 0 (quando um nó não tem vizinhos) e 1 (para um nó que está ligado a todos os outros elementos da rede). Seja i um nó na rede G com n elementos, então $DC(i) = d_i(G)/(n - 1)$.

O DC reflete a atividade de um elemento, mas nem sempre é uma forma útil de medir a importância de um nó uma vez que esta pode estar relacionada com a posição do nó na globalidade da rede e a referida medida não leva em conta esse aspecto. Por exemplo, se o nó estiver relativamente isolado na globalidade da rede ou dependente de poucos elementos para estabelecer comunicação com o resto da rede, pode não ser relevante ter o maior grau.

‘Closeness Centrality’ (CC) de um nó i é o inverso da distância geodésica entre esse nó e todos os restantes, portanto a CC leva em conta a proximidade entre os nós, de certa forma considerando a estrutura global da rede. Sejam i e j nós na rede G com n elementos, então é $CC(i) = (n-1) / \sum_{j \in V, j \neq i} d(i,j)$ em que $d(i,j)$ é a distância entre i e j .

CC é menor para nós que estão mais próximos dos restantes. Como a distância entre nós que não têm um caminho entre eles não está definida, para esta medida consideram-se apenas os nós que estão interligados diretamente ou através de outros nós. Os nós com um elevado grau de CC, como têm uma maior proximidade aos restantes, podem interagir com estes de forma independente, ou seja, têm um maior grau de liberdade e melhor eficiência.

‘Betweenness Centrality’ (BC): Para medir a centralidade de um nó i , considera a quantidade de

caminhos mais curtos (SPL) entre pares de nós que passam pelo nó i . Se $\#SPL_i(jk)$ for a quantidade de caminhos mais curtos entre j e k que passam por i e $\#SPL(jk)$ o total de caminhos mais curtos entre j e k , então a BC do nó i em relação aos nós j e k é dada por $\#SPL_i(jk) / \#SPL(jk)$.

Remover os nós com BC mais elevada aumenta as distâncias entre os nós. A BC indica quem funciona como intermediário, tem acesso mais eficiente a um maior número de atores e que pode aumentar a coesão e eficiência global na rede. É um nó que ocupa uma posição estratégica na rede, com capacidade de influência e constituindo um ponto de falha em caso de remoção desse nó, dado que originará cliques. A sua posição na rede pode implicar o privilégio de conseguir, por exemplo, ter acesso a diferentes origens de informação, de bens, etc.

‘**Eigenvector Centrality**’ (EC): esta métrica considera o grau de um nó, mas não de uma forma simples como o DC: no EC considera-se a importância dos nós vizinhos. É uma medida qualitativa de centralidade, considerando não apenas o grau, mas o prestígio dos nós vizinhos. Quanto mais nós vizinhos importantes um nó tem, mais importante ele é, isto aplicado a todas as vizinhanças, recursivamente. Este tipo de centralidade é aplicada, por exemplo, em *citation rankings*. Nestes *rankings*, o prestígio dos nós vizinhos é considerado para calcular a importância dos nós.

2.6 Small World Networks

Em 1998, Duncan Watts e Steven Strogatz publicaram o artigo ‘Collective dynamics of ‘small-world’ networks’ na revista Nature [Watts and Strogatz, 1998]. Neste artigo os autores apresentam um método para, a partir de uma rede regular, construir uma rede que designaram *small-world network* (SWN), que consideram mais adequada para modelar algumas realidades sociais, biológicas e tecnológicas do que as redes do tipo *random networks*. Watts e Strogatz analisaram três tipos de relações (colaboração entre atores em filmes; rede neuronal do nematódeo *Caenorhabditiselegans* e rede elétrica) com propriedades das SWN.

A designação de *small-world network* está relacionada com experiências efectuadas nos anos 60 pelo psicólogo Stanley Milgram, que concebeu um método experimental para ‘testar’ uma ideia que vinha sendo colocada nos meios académicos desde meados do século XX: o mundo é pequeno. A hipótese foi testada por Milgram entregando um documento a pessoas que teriam que o enviar a um conhecido, até que esse documento alcançasse determinado destinatário indicado previamente por Milgram. Numa dessas experiências, relatada no artigo ‘An Experimental Study of the Small World Problem’ de Travers e Milgram em 1969, 296 pessoas seleccionadas no Nebraska e em Boston tinham que fazer chegar o documento a um destinatário em Massachusetts. Desses 296 documentos, 64 chegaram ao destinatário. A média de intermediários entre os remetentes e o destinatário foi de 5,2. Os resultados das experiências de Milgram deram origem à expressão *six degrees of separation*: quaisquer 2 pessoas do mundo estão em média afastadas uma da outra por 6 ligações.

Em 2003 Peter Sheridan e outros publicaram o resultado de uma experiência na linha do que foi feito por Milgram, mas agora o objectivo era entregar um email. Foram escolhidos 18 destinatários em 13 países. De um total de 61168 pessoas inscritas numa página web para realizarem a experiência, 24163 começaram a cadeia de emails. Apenas 384 cadeias terminaram e para estas o número médio de ligações entre remetentes e destinatários foi 4,05. Globalmente, foi estimado o valor médio entre 5 e 7 passos, conforme os remetentes eram ou não do país do destinatário.

As SWN criadas por Watts e Strogatz conseguem, através da introdução de aleatoriedade nas ligações entre nós distantes uns dos outros, conjugar propriedades das *random networks* (RN) com as *regular lattice networks* (RLN). É consensual que nem as RN nem as RLN são adequadas para modelar a maior parte das redes sociais. As limitações das RN e RLN para essa modelação têm essencialmente a ver com duas características habitualmente encontradas nas redes sociais:

- Numa rede social é comum observar-se que quando dois elementos da rede estão relacionados, provavelmente têm outros relacionamentos comuns: por exemplo, se A é amigo de B e B é amigo de C, então a probabilidade de C ser amigo de A é maior do que a de C ser amigo de outro elemento escolhido aleatoriamente da rede. Esta transitividade das relações nas redes sociais (*clustering*) 2.4 é modelada pelas redes RLN, onde os nós vizinhos dos vizinhos são vizinhos entre si; no entanto as RN não exibem este tipo de propriedade: numa RN a probabilidade de vizinhança é uniforme para qualquer par de nós.

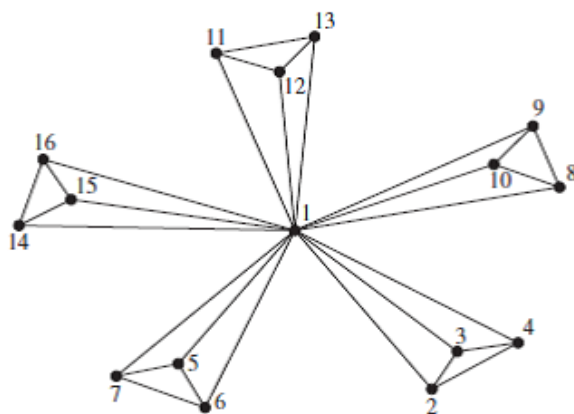


Figura 2.4: Clusters numa rede.

- Outra propriedade típica das redes sociais tem a ver com o diâmetro da rede. Numa rede social, como estudado por Milgram e outros, o caminho mais curto entre quaisquer dois elementos é relativamente pequeno quando comparado com o tamanho da rede. Numa RLN esta propriedade não se verifica, uma vez que a distância média entre os nós cresce linearmente com o tamanho da rede. Numa RN a distância média cresce logaritmicamente com o tamanho da rede, mantendo desta forma o diâmetro da rede relativamente pequeno.

Para ilustrar estas propriedades, suponhamos, por exemplo, um aluno que muda de escola: por um lado, deixou amigos na escola antiga (provavelmente também eles amigos entre si) e por outro lado fez outros amigos na nova escola. Desta forma ele funciona como um atalho entre os dois grupos, permitindo que elementos de uma escola contactem os da outra. Por um lado, os grupos dentro de cada escola provavelmente estarão relacionados de forma mais coesa, mas a existência de um elemento que permite que os grupos das duas escolas fiquem interligados, apesar de, eventualmente, com uma relação menos forte que a relação intra-escolar, é importante para a disseminação de fluxos de informação, bens, etc. na rede.

O procedimento apresentado por Watts e Strogatz para construir uma SWN consiste em, tendo como ponto de partida um vértice i e uma aresta incidente em i e j (sendo j o vizinho mais próximo de i

que ainda não foi religado) de uma *ring lattice network* com n vértices de grau k , ligar, segundo uma probabilidade p , a aresta de i a outro vértice j , sendo j escolhido aleatoriamente entre os nós que não são vizinhos de i . Este procedimento é aplicado a todos os vértices da *ring lattice network*, começando pelos vizinhos mais próximos de cada vértice, percorrendo a rede no sentido dos ponteiros do relógio e iterando o procedimento até que todas as vizinhanças tenham sido tratadas.

O valor de p pode variar entre 0 e 1; no primeiro caso a rede não é alterada, no segundo todos os nós são religados aleatoriamente. Para valores intermédios da probabilidade p , obtém-se uma SWN: ao introduzir na *ring lattice network* algumas ligações entre nós distantes diminui-se o diâmetro da rede (criam-se ‘atalhos’ entre esses nós - e por extensão entre os seus vizinhos) e, simultaneamente, mantêm-se alguns dos grupos de nós vizinhos.

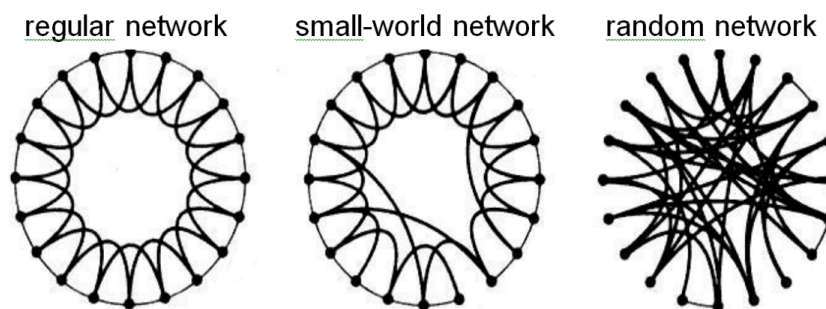


Figura 2.5: o valor crescente da probabilidade p faz com que a RLN se transforme, evoluindo até uma RN. Para valores intermédios de p obtém-se uma SWN. Figura in [Watts and Strogatz, 1998].

A evidência de que basta religar apenas algumas arestas a nós distantes para que o diâmetro da rede diminua significativamente, mas o coeficiente de *clustering* permaneça elevado é um dos pontos mais importantes deste método. No entanto, as SWN têm uma estrutura que não apresenta duas características habituais nas redes sociais: variabilidade no grau dos nós, ou seja, existem nós que têm um grau bastante diferente da média e *assortativity* – nós com grau mais elevado tendem a estar ligados entre si [Newman and Park, 2003]. Ilustrando estas propriedades com uma rede de pessoas conhecidas, existem pessoas que conhecem bastante mais ou bastante menos elementos da rede do que média e as pessoas que conhecem mais elementos do que a média tendem a conhecer-se entre si.

Capítulo 3

Trabalhos relacionados com modelos de *gift exchange*

O conceito e modelos de *gift exchange* (GE) são estudados de forma mais sistemática desde meados do século XX. Apesar do interesse pela análise da temática ter começado na Antropologia, considerando a sua utilização em sociedades mais antigas, a Sociologia, a Psicologia e a Economia acabaram também por estudar este tema devido às suas múltiplas facetas e à influência que se tem demonstrado exercer em vários aspectos da sociedade.

Em [Belk, 1977], o autor aponta diversas funções do GE na sociedade americana, defendendo que aquele tem um papel de comunicação, socialização, troca económica e troca social. No entanto, pode generalizar-se este papel para além da sociedade norte-americana. Os modelos de GE estudam fatores como a influência na reciprocidade, cooperação, solidariedade e no fortalecimento das relações sociais, económicas ou políticas.

3.1 Modelos de *gift exchange*

Na área da economia, os modelos de *gift exchange* são mais estudados no ramo da economia comportamental e da economia experimental, centrando-se especialmente nos efeitos da troca de presentes nas relações laborais, na alteração de preferências de consumo, nas relações entre vendedores e compradores e na facilitação de negócios. Utilizam-se metodologias experimentais, empíricas, baseadas em estudos de campo. Seguidamente são mencionados vários trabalhos representativos da aplicabilidade dos modelos de GE na área da economia, com foco em alguns dos mais recentes:

- *Gift Exchange and Reciprocity in Competitive Experimental Markets* [Fehr et al., 1998]: Neste artigo, os autores apresentam os resultados da aplicação de *gift exchange* nas relações entre compradores e vendedores. A experiência foi concebida de forma a que os compradores licitem bens sem conhecer de antemão a qualidade dos mesmos. O vendedor estabelece essa qualidade após aceitar a oferta do comprador. A hipótese colocada no artigo é que os vendedores poderão recompensar os compradores que oferecem preços mais elevados, estabelecendo-se assim um comportamento de reciprocidade na relação entre ambos.

A conclusão retirada do estudo é a de que os vendedores respondem positivamente, através da melhoria da qualidade do bem, a ofertas mais altas dos compradores e que estes, reciprocamente,

oferecem cerca do dobro do custo base do bem estabelecido pelos vendedores.

- *Putting Behavioral Economics to Work: Testing for Gift Exchange in Labor Markets Using Field Experiments* [Gneezy and List, 2006]: Gneezy e List apresentam um estudo concretizado em campo, com um grupo de trabalhadores que foi recrutado para inserir dados num computador e outro para angariar fundos porta-a-porta. Por sua vez, cada um destes grupos foi dividido em dois, com o pagamento de remunerações distintas. À semelhança de outros autores que são citados no seu artigo, Gneezy e List consideram que o *gift exchange*, do ponto de vista do trabalhador, é a realização de trabalho extraordinário e, do ponto de vista da empresa, é o salário extra pago ao trabalhador.

Os resultados obtidos na experiência indicam que os grupos que receberam um pagamento superior apenas tiveram mais produtividade durante cerca de 3 horas. São apresentados vários fatores que, segundo os autores do artigo, podem justificar a falta de um efeito durável do GE, nomeadamente motivos cognitivos e psicológicos, e deixa-se em aberto a possibilidade do impacto do GE ser mais forte quando se trata de reciprocidade negativa.

- *Pay, Reference Points and Police Performance* [Mas, 2006]: Neste artigo, Mas apresenta um estudo de campo, com dados compreendidos entre 1978 e 1996, para verificar se o desempenho dos polícias de uma jurisdição dos Estados Unidos da América é afectado pela definição do valor do salário por uma entidade que atua como árbitro entre as partes. Aqui o foco reside na análise do impacto do resultado de disputas salariais na produtividade. O autor conclui que as expectativas dos polícias, os seus conceitos de justiça e o nível de desapontamento em relação à decisão do árbitro são os fatores decisivos para o desempenho daqueles.
- *Social Networks and Externalities from Gift Exchange: Evidence from A Field Experiment* [Currie et al., 2013]: Currie, Lin e Meng apresentam um trabalho que averigua se o GE afecta outras pessoas para além de quem oferece e quem recebe o presente, e se esse facto depende da rede social dos participantes. O estudo foi efectuado num hospital chinês, os participantes são o doente, o médico e outra pessoa que é amiga do doente. Os autores concluem neste trabalho que a oferta de presentes afeta terceiros (o amigo do doente) se o médico souber dessa relação e é positiva para o amigo, uma vez que o médico dá-lhe mais atenção, dedica-lhe mais tempo e receita os medicamentos.
- *Em Friendliness pays off! Monetary and Immaterial Gifts in Consumer-Salesperson Interactions* [Kirchler and Palan, 2015] investigam o impacto que oferecer uma gorgeta ou tratar com respeito um vendedor (neste caso, de comida) antes do ato da compra tem na transação, ao longo de 5 visitas. Concluem que o cumprimento tem um efeito benéfico que vai aumentando ao longo das interações e que a gorgeta antecipada, apesar de fomentar a troca, não compensa em relação ao gasto adicional do consumidor, mas aumenta mais a simpatia do vendedor do que o cumprimento.
- *Estimating Social Preferences and Gift Exchange at Work* [DellaVigna et al., 2016]: os autores reportam uma experiência de campo para analisar as preferências sociais dos trabalhadores, baseado num modelo de GE, à semelhança do trabalho de [Gneezy and List, 2006]. As conclusões que os autores retiram são as de que a aplicação de GE altera apenas marginalmente a reciprocidade, quer em casos em que o GE é positivo, quer quando é negativo.
- *Hidden Persuaders: Do Small Gifts Lubricate Business Negotiations?* [Maréchal and Thöni, 2016]: Maréchal e Thöni apresentam uma experiência de campo para testar o impacto que

oferecer um presente pouco valioso (neste caso tubos de pastas de dentes com um custo inferior a 10USD) pode ter no desfecho de um negócio (concretamente nas negociações de venda de produtos de beleza e cuidados pessoais).

Os resultados indicam que quando as partes não se conhecem o impacto é inexistente ou mesmo prejudicial à concretização da venda uma vez que o presente pode ser visto como motivado pelo interesse, mas quando já existe uma relação entre ambas as partes o impacto é significativamente positivo. Além disso, este também depende do tipo de interlocutor (superior para gestores de loja vs. empregados regulares) - vide figura 3.1, onde se podem observar os valores médios, em francos suíços, das vendas em vários cenários.

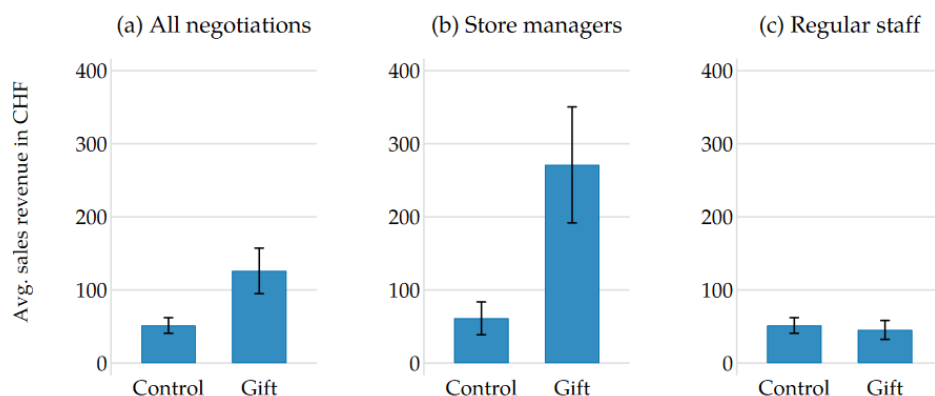


Figura 3.1: Impacto da oferta de pequenos presentes na concretização de uma venda. In [Maréchal and Thöni, 2016].

- O artigo *Social Influence and Reciprocity in Online Gift* [Kizilcec et al., 2018] é um estudo empírico sobre a difusão e a reciprocidade de GE na rede social Facebook. Os autores analisaram um milhão e meio de GE, concretizados na troca de cartões de oferta entre amigos. Os autores concluíram que cerca de um terço de todas as trocas ocorreram em casos onde o emissor já tinha recebido um presente, havendo dois mecanismos fundamentais de difusão do GE: a reciprocidade e a aprendizagem social.

Na figura 3.2 pode ver-se o grafo direccionado de três componentes da rede, sendo que as pessoas no centro dos componentes são mais ativas na troca de presentes do que as que se encontram na periferia dos componentes. Adicionalmente também existem mecanismos de homofilia, ou seja, dentro de grupos com características semelhantes o comportamento também é semelhante - neste caso, os jovens são mais sensíveis à receção de presentes.

Os estudos sobre a influência do GE na produtividade dos empregados, quer em modelos experimentais em laboratório, quer os estudos de campo apresentam resultados contraditórios [Esteves-Sorenson, 2017]. Alguns autores concluem que o efeito é reduzido e de curta duração - para além do já mencionado em [Gneezy and List, 2006], também [Bellemare and Shearer, 2009] ou [Sliwka and Werner, 2017] retiram estas conclusões dos seus trabalhos. Adicionalmente, é mencionado por autores como [Macera and Velde, 2018] ou [Gilchrist et al., 2016] que o efeito surpresa aumenta a expressividade do GE, ou seja, quando as pessoas já esperam receber um presente o impacto do mesmo não é tão significativo.

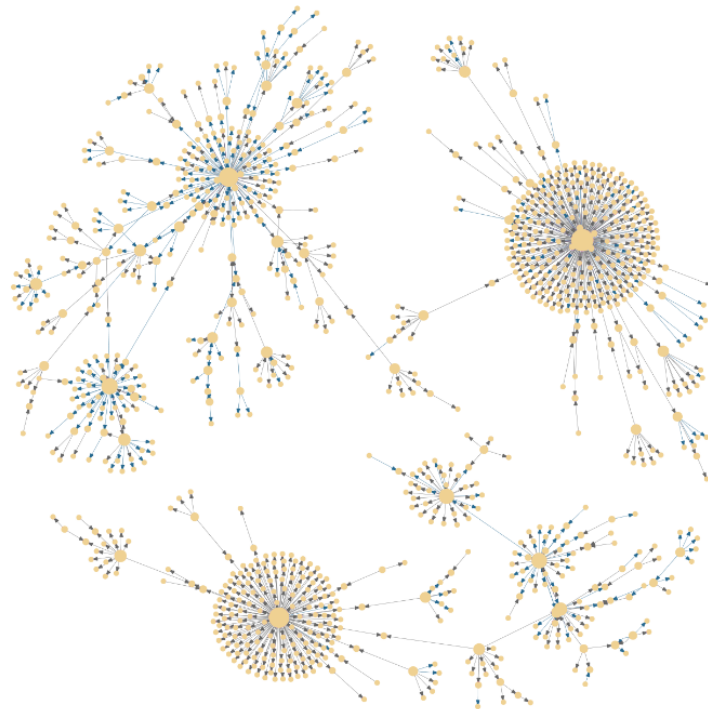


Figura 3.2: Rede de troca de presentes. As setas representam o sentido emissor - receptor. In [Kizilcec et al., 2018].

3.2 Simulação ABM com modelos de GE

O estudo de modelos de *gift exchange* é profuso, mas na área da economia esses estudos em regra geral não utilizam Sistemas Multiagente (SMA), optando por modelos econométricos tradicionais. Apesar disso, seguidamente referem-se alguns trabalhos nesta área:

- O trabalho *Sociological Implications of Gift Exchange in Multiagent Systems*, de [Alam et al., 2005], usa um SMA para modelar e simular GE num cenário de mercado. Este trabalho aplica a tecnologia de agentes como definida por [Wooldridge and Jennings, 1995], nomeadamente as propriedades de autonomia, reatividade, proatividade e interação com outros agentes e com o ambiente. Neste modelo os agentes, através da troca de presentes, constroem relações mais duradouras e aumentam a confiança uns nos outros. Adicionalmente, os agentes com características de GE construíram relações mais estáveis e obtiveram tanto ou mais lucro que os agentes orientados para a obtenção de lucro.
- Em *The Creation of a Reputation in an Artificial Society Organised by a Gift System* [Rouchier et al., 2001] estudam a criação de reputação numa sociedade multiagente através do uso de ofertas. Estas são fundamentais para a construção da reputação dos agentes. Observou-se que as dinâmicas relacionadas com o prestígio e com a estima andam par-a-par. Ambas estimulam a circulação de presentes e a criação de prestígio e reputação.
- O estudo *Reciprocity, Sanctions, and the Development of Mutual Obligation in Egalitarian Societies*, de [Younger, 2005], implementa um modelo de simulação baseado em agentes para investigar a hipótese de que a partilha cria uma rede de obrigações mútuas dentro da sociedade, de que forma é que a obrigação mútua varia consoante a tolerância a furtos e a imposição de

sanções. O autor conclui que a imposição de sanções individuais pesadas pode conduzir a uma coesão social forte originada pelo GE. Por outro lado, sanções impostas a grupos podem levar a melhorias, mas acarretam algum risco para a sobrevivência da sociedade.

Capítulo 4

Opções Tecnológicas

Neste capítulo abordam-se as tecnologias utilizadas para desenhar e desenvolver a simulação apresentada nesta tese. Serão destacados dois tópicos fundamentais: o protocolo *Overview, Design concepts, Details + Decisions* (ODD+D), usado para descrever o ABM, e a plataforma NetLogo, onde os agentes foram programados e testados e se executou a simulação.

4.1 Modelação baseada em agentes

Para [Hoen et al., 2006], a área da Inteligência Artificial Distribuída denominada Sistemas Multiagente trata do comportamento dos agentes que se relacionam uns com os outros num contexto de autonomia e complexidade resultante das interações entre esses agentes.

Segundo [Calado, 2015], a utilização dos SMA tem vindo a expandir-se graças às vantagens que este tipo de abordagem oferece, sobretudo no que se refere aos seguintes aspectos:

- escalabilidade e flexibilidade;
- robustez e fiabilidade;
- eficiência computacional;
- desenvolvimento e manutenção;
- reutilização.

Para criar ambientes com multiagentes surge o paradigma de ABM (modelação baseada em agentes). Este é usado para atacar problemas que por terem uma natureza complexa, dinâmica e descentralizada são dificilmente modeláveis usando uma perspectiva *top-down*. Utiliza-se o paradigma de ABM porque este tem uma abordagem mais eficaz para lidar com sistemas emergentes, modela os sistemas como um conjunto de agentes heterogêneos e interdependentes, com capacidade de interagirem de forma descentralizada, em que aplicando regras que são uma simplificação da realidade se conseguem obter padrões de comportamento complexos. Em [Bonabeau, 2002] apresentam-se 3 vantagens da ABM: captura os fenómenos emergentes, fornece uma descrição natural de um sistema e é flexível.

Na abordagem *bottom-up* a complexidade emerge a partir das interações entre os elementos, um pouco como quando se brinca com peças de lego: as peças são simples, não existem muitas regras sobre a forma

de ligar umas às outras, no entanto conseguem fazer-se construções muito elaboradas, como referido em [Calado and Antunes, 2012].

Na ABM utilizam-se os agentes para representar os sistemas. Os agentes têm comportamentos e interagem com o ambiente, incluindo outros agentes que existam neste. Geralmente os agentes atuam de forma concorrente, têm um comportamento ativo e adaptável ao ambiente e ao comportamento dos outros agentes, e que evolui ao longo do tempo. Conseguem explorar-se as ligações entre os comportamentos dos agentes a nível micro e os padrões que emergem dessas interações a nível macro.

O caso particular da ABM aplicada à simulação de fenómenos sociais inclui a existência de uma teoria inicial, a construção de um modelo, bem como de parâmetros variáveis que permitem ao modelador testar várias hipóteses. Conforme notado por [Antunes et al., 2007], a simulação é uma procura por teorias e hipóteses, e estas não são estáticas. Os parâmetros, bem como o ambiente, as regras e atributos dos agentes geram diversos resultados, de tal forma que a observação dos padrões ao nível da população permite extrair conclusões.

4.2 Modelação Overview, Design concepts, Details + Decisions

A modelação permanece como um dos desafios na área da Simulação Social Baseada em Agentes, existindo um esforço para definir metodologias que possam ser consideradas normas, de forma a facilitar a comparação e validação das diversas simulações desenvolvidas, nomeadamente pela comunidade científica. Como notado por [Antunes and Coelho, 2002], não existe uma metodologia de utilização universal. No caso concreto do trabalho apresentado, escolheu-se a metodologia ODD+D (Overview, Design concepts, Details + Decisions) proposta por [Müller et al., 2013], a qual procura descrever, da forma mais completa possível, os vários aspectos do modelo. Na figura 4.1 pode ver-se um resumo dos tópicos abordados pela metodologia ODD+D. Esta é uma extensão da metodologia

Visão geral	Objectivo
	Entidades, variáveis de estado, parâmetros e escalas
	Visão geral do processo e escalonamento
Conceitos de design	Conceitos de design (decisão, interacção, aprendizagem, heterogeneidade e outros)
Detalhes	Detalhes da implementação
	Inicialização
	Dados de entrada
	Submodelos

Figura 4.1: Modelação ODD+D. Adaptado de [Müller et al., 2013].

Overview, Design concepts, Details (ODD) apresentada em [Grimm et al., 2006] como uma abordagem

nova à ABM, inicialmente com foco na modelação para a área da Ecologia. A metodologia ODD permite especificar entidades, sequenciamento das ações, dados de entrada, processos de design, entre outros. A sua principal lacuna, segundo Müller *et al.* 2013, que impedia uma utilização mais ampla, era o facto de não ser muito apropriada para modelos sociais e económicos porque não inclui a modelação da tomada de decisão [Müller et al., 2013]. Várias extensões e adaptações, como por exemplo as propostas por [Grimm et al., 2010], [Nguyen et al., 2011], [Müller et al., 2013] e [Laatabi et al., 2018], permitiram que fosse aplicada a uma maior amplitude de áreas do conhecimento (como a das ciências sociais) e a casos de utilização mais variados (como os que necessitam da integração de dados empíricos), nomeadamente pela extensão da metodologia ODD com a componente Decisions (ODD+D), que permite a modelação da componente de tomada de decisão dos agentes, e a integração da descrição e mapeamento dos dados em modelos que necessitam do uso extensivo destes (ODD+2D).

Os protocolos baseados em ODD são ferramentas para os modeladores verificarem se todas as informações necessárias estão disponíveis para a compreensão e replicação do modelo, conforme mencionado por [Groeneveld et al., 2017], e também para sintetizar os dados disponíveis de uma forma compreensível. Essa descrição é vital no processo de modelação, nomeadamente para obter os dados de uma forma sistematizada e fazer uma análise contextualizada eficiente. A extensão +D foi concebida especificamente para apresentar as seguintes melhorias em relação ao ODD [Müller et al., 2013]:

- enfatizar e aperfeiçoar a componente de tomada de decisão, tornando-a adequada à modelação do processo de tomada de decisão tal como é realizado pelos humanos, tais como a inclusão de valores culturais e de fatores de heterogeneidade e coordenação;
- reorganização do tópico *conceitos de design*, atribuindo-lhe uma estrutura hierárquica;
- adição de questões mais detalhadas e maior foco na base empírica e teórica da metodologia.

No trabalho apresentado optou-se por utilizar a metodologia ODD+D juntamente com diagramas UML e outros, bem como imagens que possam contribuir para o esclarecimento do modelo. Esta opção prende-se com o facto de, assim, poder ser melhorado o processo de modelação e promovida a interdisciplinaridade, facilitando a disseminação, compreensão, avaliação, replicação, comparação, construção de teorias e geração de código, como referido por [Müller et al., 2013]. As ferramentas e metodologias utilizadas foram especialmente pensadas pela sua adequação ao tipo de simulação (baseada em agentes).

4.3 Plataforma de simulação

Para implementar o projeto utilizou-se a plataforma de Simulação Baseada em Agentes denominada NetLogo, disponível em <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. NetLogo é uma plataforma para modelação e implementação de SMA mais orientada para a simulação (à semelhança de Repast e SeSAm), com um elevado índice de popularidade - [Kravari and Bassiliades, 2015]. Na figura 4.2 pode ver-se uma comparação entre as principais ferramentas utilizadas na área da Simulação Baseada em Agentes, agrupadas pelos valores de capacidade (expressividade) da modelação e esforço que implica o desenvolvimento dos modelos nas plataformas. Nesta figura verifica-se que o NetLogo pertence a um grupo de ferramentas que implicam um menor esforço no desenvolvimento do modelo,

mas simultaneamente está na categoria média/superior em relação ao poder computacional e escalabilidade daquele.



Computational Modelling Strength / Models' Scalability Level 	Extreme-scale	Repast HPC MATSIM, PDES-MAS, Swarm		
	High / Large-scale	Altrevia Adaptive Modeler, SeSAM	AnyLogic (2D/3D), AOR Simulation, CloudSim, CybelePro, FLAME, LSD (2D/3D), MASS, Pandora, UrbanSim	Agent Cell (2D/3D), Brahms, BSim (2D/3D), D-OMAR, Echo, Ecolab, FLAME GPU (3D), GridABM, HLA_Agent, HLA_RePast, Repast-J or Repast-3, Repast Symphony (2D/3D)
		NetLogo (2D/3D)	Ascape, CRAFTY, GAMA (2D/3D), SimEvents (MATLAB®), Simio (2D/3D), Simul8 (2D/3D)	MASON (2D/3D)
	Medium-scale	JAS, VSEdit	Agent Factory, Breve (3D), Cormas, Envision, GALATEA, IDEA, JAMSim, Janus, JASA, JAS-mine, MACSimX, Mathematica® (Wolfram), Mimoso, MIMOSE, Mobility Testbed, Modgen, OBEUS, SimAgent, SimBioSys, TerraME, Xholon (2D/3D)	DigiHive, MASyV (2D/3D)
		AgentSheets, BehaviourComposer (2D/3D), FlexSim (2D/3D)	Eve, ExtendSim (2D/3D), GROWLab, Insight Maker, Mesa	
	Light-weight / Small-scale	AgentScript, Framsticks (2D/3D), JAMEL, JCASim (1D/2D/3D), jES, MOBIDYC, PedSim, PS-I, Scratch (2D/3D), SimJr, SimSketch, SOARS, StarLogo, StarLogoTNG (3D), Sugarscape, VisualBots	SEAS (2D/3D)	
		Simple / Easy	Moderate	Complex / Hard
		Model Development Effort 		

Figura 4.2: Classificação de ferramentas usadas na área de simulação. In [Abar et al., 2017]

A plataforma escolhida implementa uma linguagem de programação própria (NetLogo) e tem um ambiente adequado para simular fenómenos sociais e naturais, como mencionado por [Tisue and Wilensky, 2004]. Ao contrário de outras plataformas, é gratuita. Apesar ser considerada por alguns como uma plataforma que não é indicada para modelos complexos, outros, como [Railsback et al., 2017], apresentam estudos que referem que o NetLogo tem ferramentas que permitem a execução eficiente das simulações complexas com dezenas ou centenas de milhares de agentes, e explicam ainda estratégias de programação e utilização eficiente da plataforma que aceleram a execução das simulações.

As desvantagens mais significativas da plataforma têm a ver com o facto de o editor ser demasiado básico para o caso de se construir um programa extenso, mas, por outro lado, uma vez que a própria linguagem NetLogo facilita a escrita de um código bem organizado, breve e comentado, esse facto não afectou este trabalho.

As características mencionadas abaixo, presentes nesta plataforma, são adequadas para o trabalho desenvolvido:

- A plataforma tem um ambiente de modelação integrado que permite transitar comodamente entre

o código e a interface de visualização da simulação, bastando seleccionar um dos separadores disponíveis. Na figura 4.3 está ativo o separador *code*, visualizando-se assim o código da

```

89 end
90
91
92 to setup-plot
93   set-current-plot "presentes recebidos"
94   set-plot-x-range 0 qtd_pessoas
95 end
96
97 ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
98 ;;;; FIM DO SETUP
99 ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
100
101
102 ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
103 ;;;; EXECUCAO
104 ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
105
106 to go
107   telefonar
108   converter-pontos
109   oferecer
110   validar-interesse
111   actualizar_grafico
112   if espera >= 1 [set espera espera - 1]
113   if parar? = true [STOP]
114 end
115

```

Figura 4.3: Janela com o extrato do código da simulação.

simulação.

- É possível criar e configurar facilmente diversos tipos de controlos do modelo e manipulação dos parâmetros da simulação na sua interface. Estes controlos podem ser do tipo botão, slider, switcher, chooser. Na figura 4.4 podem ver-se alguns desses controlos usados no projeto, bem como toda a janela onde ocorre a simulação (neste caso, após fazer a inicialização da simulação).
- Esta plataforma permite a exibição de gráficos com os resultados da simulação, bastante úteis para se avaliar o resultado da mesma.
- O resultado da simulação pode ser exportado para um ficheiro no formato .csv ou .txt, o que facilita a análise dos resultados uma vez que esses ficheiros podem ser importados para bases de dados e tratados com maior detalhe.
- Na interface visualizam-se as atividades dos agentes e as alterações que ocorrem nos parâmetros da simulação à medida que elas vão ocorrendo (mas também é possível, caso se pretenda, que a execução não mostre as atualizações passo-a-passo).
- Existe uma vasta biblioteca de modelos testados em áreas diversas (por exemplo Ciências Sociais, Ecologia, Biologia, Física, etc.), bem como um manual de utilização da plataforma e da sua linguagem de programação claro e completo.
- Devido à própria estrutura da linguagem disponível na plataforma e das suas primitivas, é mais fácil identificar os erros na programação, corrigi-los e testar o código.

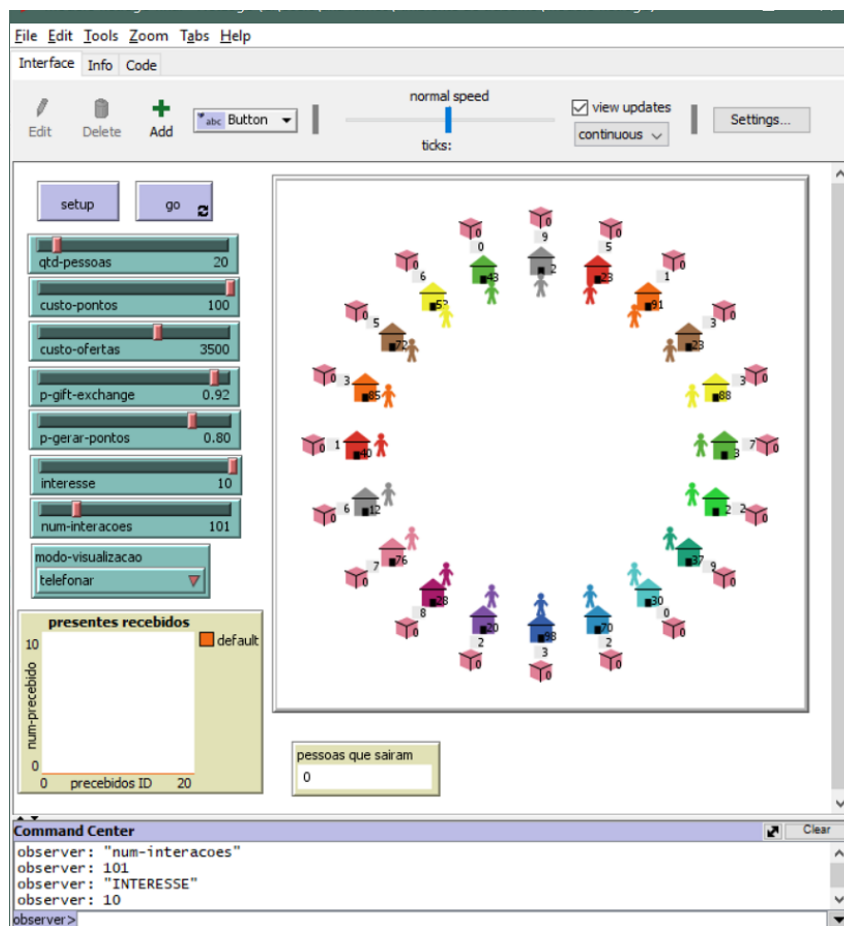


Figura 4.4: Janela com o interface da simulação.

4.4 Ontologia

Nos SMA, as ontologias são utilizadas para que os agentes partilhem conceitos de vária natureza, tais como contexto, elementos do domínio, das regras e dos perfis dos outros agentes. Citando [Gruber, 1993], na área da inteligência artificial, ontologia é uma especificação explícita de uma conceptualização. A conceptualização é uma abstração do mundo que se pretende representar e as ontologias são apresentadas de forma lógica, para permitir a inferência automática sobre os seus conceitos. A utilização de ontologias em sistemas de apoio à decisão, sistemas de business intelligence, de datawarehouse e na web semântica, permite a interoperacionalidade entre estes e também a obtenção da informação a partir de fontes de dados diversas.

No caso concreto deste trabalho, a ontologia foi útil para explicitar os objectos e as regras/ligações entre os mesmos. A interface escolhida para a criação da ontologia é o Protégé, uma das mais divulgadas e utilizadas. O Protégé é uma ferramenta *open source* que permite a criação de ontologias num ambiente gráfico e tem uma tecnologia *plug-in* que facilita a adição de novos serviços. As ontologias são suportadas em XML, RDF, XML Schema, OWL e DAML+OIL.

Capítulo 5

Simulação Social Baseada em Agentes com modelo de *gift exchange*

Neste capítulo é feita uma descrição do modelo da Simulação Social Baseada em Agentes com *gift exchange*. O trabalho foi implementado na linguagem Logo, utilizando a plataforma NetLogo, tendo esta sido também usada para executar as simulações e apresentar os resultados (recorrendo a gráficos e saídas de dados para tabelas criados para o efeito).

Seguidamente, o modelo é descrito segundo os elementos do protocolo *Overview, Design concepts, Details + Decisions* (ODD+D) explanados por [Müller et al., 2013] e referidos anteriormente no capítulo 4. A escolha desta é interessante pelo facto de, como mencionado por [Polhill et al., 2008], procurar descrever o modelo de forma completa e compreensível.

A descrição elaborada com o auxílio da metodologia ODD+D facilita não só o próprio desenvolvimento do projeto, mas também a realização de alterações ao modelo e ainda a replicação e validação deste, bem como da respetiva simulação, quer pelo modelador, quer por terceiros.

5.1 Visão geral

Neste tópico são apresentados os três elementos que fornecem uma visão geral do modelo.

5.1.1 Propósito

O modelo criado tem o objetivo de explorar o impacto que o *gift exchange* (GE) tem na alteração da coesão de um grupo. Este modelo simula um grupo de pessoas que comunicam entre si e podem adquirir presentes que ficam disponíveis para oferecerem aos outros elementos da sua rede de contactos. Interessa saber quais são os padrões que surgirão mediante os diversos parâmetros simulados.

5.1.2 Entidades, variáveis de estado e escalas

Para a simulação modelaram-se unidades lógicas em que cada uma é constituída por uma pessoa, os seus pontos, as suas ofertas e os presentes recebidos (figura 5.1).

Desta forma criou-se um mapeamento para representar o que acontece no contexto real da área das

telecomunicações, em que uma pessoa telefona e pode ter pontos associados. Por sua vez, as ofertas e os presentes recebidos são componentes que não são consideradas no mundo real como tendo, eventualmente, um efeito no interesse das pessoas permanecerem no operador, mas foram criados para ser usados na simulação dado que se pretende explorar de que forma é que a troca de ofertas pode contribuir para a coesão do grupo.

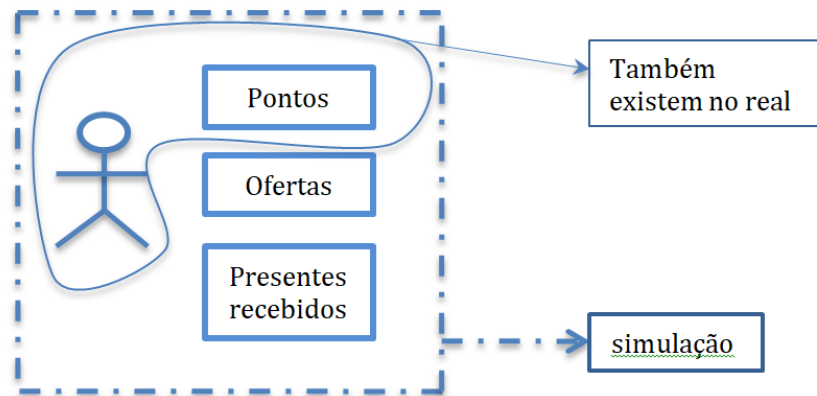


Figura 5.1: Pessoa na simulação.

A quantidade de pessoas é variável. Esta quantidade é decidida pelo utilizador da simulação, dentro de um intervalo disponível. Cada grupo lógico é indivisível e tem sempre todos os elementos mencionados, mesmo que pontos, ofertas e presentes recebidos possam ter valor zero.

Entidades

O modelo tem quatro tipos de agentes. Dando uma visão de alto nível, as responsabilidades de cada um deles são as seguintes:

- ‘Pessoa’, cuja responsabilidade principal é telefonar aos outros agentes ‘Pessoa’;
- ‘Pontos’, que gera os pontos de cada pessoa, mediante patamares definidos nos parâmetros da simulação, e atribui-os à mesma;
- ‘Oferta’, que convertem os seus pontos em ofertas disponíveis e oferecem presentes às outras pessoas;
- ‘Presente’, que decide se os presentes recebidos são suficientes para a manutenção da pessoa no grupo e, caso não sejam, desativa todos os agentes relacionados com a pessoa.

Assim, cada agente foi desenhado de forma a ter objectivos concretos e desenvolver ações para atingir esses objectivos. As características dos agentes criados vão ao encontro do proposto em Wooldridge e Jennings 1995 Wooldridge and Jennings [1995].

Variáveis

O modelo tem variáveis globais e variáveis dos agentes que se listam e descrevem na tabela 5.1.

Tabela 5.1: Variáveis do modelo.

Variáveis globais	Breve descrição
raio	valor que define o limite do mundo onde os agentes se situam
parar?	variável cujo valor é controlado pelo agente 'presente', utilizada para medir a quantidade de interações da simulação
telefona	utilizada pelo agente 'pessoa' para determinar a probabilidade da pessoa telefonar em cada passo da execução
oferece	utilizada agente 'oferta' para determinar a probabilidade da pessoa oferecer presentes em cada passo da execução
saída	controlada pelo agente 'oferta' e utilizada para reportar na interface da simulação a quantidade de pessoas que saíram da rede
Variáveis dos agentes	Breve descrição
pessoa-ativa?	variável do agente 'pessoa' que indica o seu estado
ponto-ativo?	variável do agente 'ponto' que indica o seu estado
valor-ponto	variável do agente 'ponto' que gere a sua quantidade de pontos criados e disponíveis
valor-oferta	variável do agente 'oferta' que gere a criação de ofertas disponíveis
oferta-ativa?	variável do agente 'oferta' que indica o seu estado
num-precebido	variável do agente 'presente' que gere a criação de ofertas disponíveis
presente-activo?	variável do agente 'presente' que gere a sua quantidade de presentes recebidos e disponíveis

Parâmetros

Para explorar a influência da troca de presentes na coesão de um grupo criaram-se vários parâmetros disponíveis na interface da simulação (tabela 5.2). Estes determinam o comportamento do modelo, sendo usados para controlar a simulação e diversificar os resultados obtidos.

Após a execução de algumas simulações verificou-se que houve necessidade de afinar os valores dos parâmetros, neste caso, qtd-pessoas, custo-pontos, custo-ofertas, interesse e num-interacoes, uma vez que havia limites que não produziam quaisquer alterações no resultado da simulação. Este ajuste foi um processo completamente empírico, correram-se simulações, observaram-se resultados, ajustou-se um parâmetro mantendo os outros iguais, repetindo até ter intervalos úteis, ou seja, que influenciam o resultado da simulação.

5.1.3 Visão geral do processo e sequenciamento das ações

O estado do modelo é atualizado em intervalos de tempo discretos (designados por *ticks* na plataforma NetLogo). Em cada um deles os agentes realizam várias interações entre si, nomeadamente telefonar, oferecer presentes, recalcular pontos e número de ofertas e atualizar os seus estados. Na plataforma NetLogo a simulação é executada em três passos:

- Atribuir valores aos parâmetros que estão disponíveis na interface;
- Clicar em ‘Setup’, o que vai criar o ambiente, inicializar as variáveis e os gráficos e criar os agentes;
- Clicar em ‘Go’, que executa a simulação. A simulação pode ser executada um passo de cada vez, ou continuamente até terminar, dependendo da configuração do botão ‘Go’.

Na figura 5.2 pode observar-se os agentes posicionados no tabuleiro. Cada pessoa tem um conjunto formado pelos seus pontos, os presentes disponíveis e os recebidos (visível por esta ordem a partir do centro do tabuleiro para a sua periferia).

Na figura 5.3 podem ver-se os eventos, pela ordem em que acontecem. Para facilitar a compreensão, está assinalado os que pertencem à inicialização do modelo (*Setup*) e os que fazem parte da execução (*Go*).

5.2 Conceitos do design

Este tópico aprofunda e estende anterior. Tal como descrito por Müller et al. [2013], são abordados seguindo uma ordem hierárquica do geral para o específico.

5.2.1 Tomada de decisão individual

Tomada de decisão individual é uma extensão à metodologia ODD. Aqui documentou-se o processo de tomada de decisão dos agentes. A tomada de decisão existe nas seguintes ações dos agentes:

- **Telefonar:** Em cada execução o agente ‘pessoa’ (*Pa*) avalia se está ativo e com probabilidade de telefonar a outro agente ‘pessoa’ (*Pb*). *Pa* não telefona a si próprio e não telefona a pessoas inativas

Tabela 5.2: Parâmetros da simulação.

Parâmetro	Tipo	Breve descrição
qtd-pessoas	<i>slider</i>	quantidade de agentes ‘pessoa’ na simulação. Esta quantidade, dado que cada agente ‘pessoa’ faz parte de um grupo lógico com pontos, ofertas e presentes recebidos, é também a quantidade de cada um desses elementos
custo-pontos	<i>slider</i>	controla o custo dos pontos em relação às chamadas da pessoa. O agente ‘pontos’ utiliza este valor para calcular o total dos seus pontos;
custo-ofertas	<i>slider</i>	representa o limite mínimo de pontos que é necessário ter para criar uma oferta. O agente ‘ofertas’ utiliza este parâmetro para criar a oferta
p-gift-exchange	<i>slider</i>	com este parâmetro consegue definir-se a probabilidade de haver troca de presentes entre as pessoas. É usado pelo agente ‘oferece’
p-gerar-pontos	<i>slider</i>	define se o grupo faz mais ou menos chamadas. É usado pelo agente ‘pessoas’
interesse	<i>slider</i>	define a quantidade mínima de presentes que as pessoas querem ter. Este valor é usado em conjunto com o ‘num-interacoes’, pelo agente ‘presentes’
num-interacoes	<i>slider</i>	tempo (de execução) que os agentes estão dispostos a esperar para receber a quantidade de presentes pretendida (definida no ‘interesse’)
modo-visualizacao	<i>chooser</i>	diferencia o tipo de visualização dos agentes no tabuleiro da simulação. Não produz qualquer alteração no resultado da simulação, ao contrário dos restantes. Quando uma pessoa se desloca junto de outra, se ‘telefonar’ estiver ativo, essa deslocação deixa um rasto no tabuleiro. Se ‘oferecer’ estiver ativo, então consegue ver-se a movimentação das ofertas



Figura 5.2: Agentes posicionados no tabuleiro após 'Setup' da simulação.

(i.e., que saíram da rede). Visualmente na interface da simulação *Pa* telefonar a *Pb* corresponde a *Pa* mover-se até *Pb* e regressar à posição de origem, deixando um rasto visual.

- **Atribuir pontos:** O agente 'pontos' decide incrementar os pontos segundo uma quantidade influenciada pelo valor do parâmetro custo-pontos.
- **Converter pontos:** Em cada execução, o agente 'pontos' verifica se tem uma quantidade de pontos suficiente para converter em ofertas. A quantidade de pontos necessária para criar uma oferta é parametrizável na interface. Em caso afirmativo decrementa a sua quantidade de pontos e o agente 'oferta' correspondente incrementa o valor das suas ofertas disponíveis.
- **Oferecer:** Em cada execução, cada agente 'oferta' avalia se tem presentes disponíveis para oferecer e se tem probabilidade de oferecer. Visualmente, na simulação, oferecer é deslocar-se a outro agente ativo, oferecer o presente e regressar à origem.
- **Colocar presente:** consiste em incrementar em um ponto o valor do presente correspondente à oferta aonde o agente se deslocou.
- **Validar interesse:** O interesse é um valor parametrizável na interface. É utilizado em conjunto com o valor parametrizável 'num-iteracoes'. Os agentes 'presente' validam o número de iterações. Caso este se tenha esgotado e não tenham recebido os presentes desejados inativam-se a si e aos outros agentes pontos, pessoas e ofertas do mesmo grupo lógico. Assim, a pessoa já não efectua chamadas, não recebe nem faz ofertas nem converte pontos em ofertas.

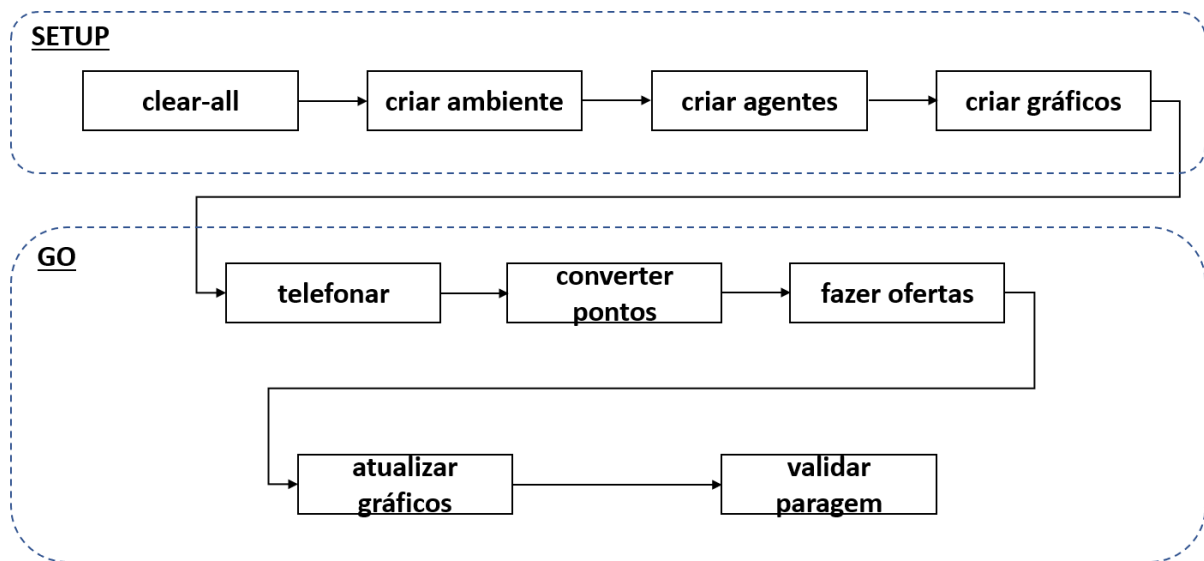


Figura 5.3: Sequenciamento das ações principais na simulação.

5.2.2 Aprendizagem

No caso em estudo os agentes não têm um modelo de aprendizagem.

5.2.3 Interação

Não existe uma estrutura centralizada de interação. Os agentes colaboram mediante interações (veja-se, no tópico Submodelos, tabela 5.4, as referidas interações).

5.2.4 Estocástica

Existem dois valores que são atribuídos aleatoriamente na inicialização do modelo: o agente 'pontos' recebe um valor aleatório de pontos, até ao máximo de cem, e o agente 'oferta' recebe um valor aleatório de presentes disponíveis para oferta, até ao máximo de dez.

Por outro lado, a seleção dos agentes 'pessoa' que são destinatários das chamadas é feita aleatoriamente.

5.2.5 Observação

No final da simulação são visíveis na interface da plataforma gráficos com resultados sobre a quantidade de pessoas que abandonaram a rede, o número de ofertas que cada um recebeu e os pontos que ganhou. Em virtude da flexibilidade do NetLogo e da disponibilização da ferramenta BehaviorSpace, é fácil extrair nas simulações os dados que sejam mais convenientes para a análise que se pretende fazer. Também é possível extrair dados noutras alturas da execução da simulação, uma vez que esta pode ser efetuada passo-a-passo.

Para fazer uma análise mais detalhada, utilizou-se o BehaviorSpace para exportar os dados da simulação para tabelas. A título de exemplo, na figura 5.4 podem ver-se os parâmetros e as suas variações usados para executar uma simulação. Esta ferramenta foi imprescindível para a obtenção dos dados analisados.

```
["interesse" 4]
["custo-pontos" [20 20 100]]
["custo-ofertas" [1000 1000 5000]]
["num-iteracoes" [300 100 500]]
["qtd-pessoas" [5 10 45]]
["p-gift-exchange" [0.1 0.1 1]]
["p-gerar-pontos" [0.1 0.1 1]]
```

Figura 5.4: Exemplo da variação dos parâmetros numa exportação de dados do BehaviorSpace.

5.3 Detalhes

Aqui são fornecidos os detalhes técnicos que permitem a replicação do modelo, focando aspetos tais como a implementação, a disponibilização do código, dados de entrada e descrição de submodelos.

5.3.1 Detalhes da implementação

Conforme referido, o modelo foi implementado na plataforma NetLogo. Numa execução da simulação o utilizador atribui valores aos parâmetros que estão disponíveis na interface. Os agentes estão representados num tabuleiro onde as pessoas estão distribuídas de forma circular e com cores diferentes, para facilitar a visualização da execução da simulação.

As chamadas são visualmente representadas como deslocações de cada agente 'pessoa' até junto de outro, deslocação essa que deixa um rasto colorido no tabuleiro (que, dado o tipo de deslocação, é uma linha reta entre cada par de agentes que telefonam).

Cada pessoa tem junto de si uma casa com a quantidade de pontos ganhos, um quadrado com os presentes disponíveis para oferta e uma caixa com o número de presentes recebidos. Os valores de pontos, presentes disponíveis e presentes recebidos são variáveis para cada pessoa em função da execução da simulação e têm no início um valor aleatório (excepto presentes recebidos, que começa com o valor zero).

5.3.2 Inicialização

O estado da simulação depende dos valores seleccionados nos parâmetros aquando da inicialização daquela. Estes parâmetros são qtd-pessoas, custo-pontos, custo-ofertas, p-gift-exchange, p-gerar-pontos, interesse e num-iteracoes.

Na tabela 5.3 podem ver-se os intervalos dos valores disponíveis.

O simulador escolhe também se quer visualizar as chamadas ou então as ofertas que são ser realizadas. Outros parâmetros são atribuídos automaticamente: a quantidade de pontos e a de ofertas que cada pessoa dispõe no início da simulação é um valor aleatório; todas as pessoas estão no estado 'ativo' aquando da inicialização e não têm presentes recebidos. Usando a ferramenta Netlogo, para atribuir valores aos parâmetros basta alterar os intervalos dos *sliders* que representam aqueles na interface (figura 5.5).

Tabela 5.3: Valores possíveis que podem ser atribuídos aos parâmetros.

Parâmetro	Valor mínimo	Valor máximo
qtd-pessoas	5	135
custo-pontos	1	100
custo-ofertas	1000	5000
p-gift-exchange	0,1	1
p-gerar-pontos	0,1	1
interesse	2	10
num-iteracoes	20	500

5.3.3 Dados de entrada

Este modelo não utiliza dados de entrada (isto é, dados externos que seriam carregados para a simulação, por exemplo através de um ficheiro).

5.3.4 Submodelos

O modelo criado parte de algumas *assumpções*, sem a preocupação estrita de que todas elas sejam realistas ou consigam refletir a totalidade da realidade. Algumas *assumpções* foram alteradas ou acrescentadas ao longo do desenvolvimento do trabalho, começando pelas mais simples, que foram evoluindo à medida que o modelo era testado e se verificavam as consequências que aquelas tinham no funcionamento do modelo. Esta possibilidade de ‘voltar atrás’ na simulação e introduzir um maior grau de complexidade tem sido referida como uma vantagem da modelação baseada em agentes, como mencionado, entre outros, por [Deichsel and Pyka, 2009].

Na versão final, o modelo ficou com os seguintes requisitos:

- A quantidade de chamadas no grupo é finita: no real, o tempo e dinheiro para efetuar chamadas não são ilimitados. Este é um requisito muito forte e que se manteve no modelo. No entanto, para efeitos de simplificação e porque não era relevante para o modelo, as chamadas não têm duração associada, nem custo diferenciado;
- As pessoas telefonam para um conjunto variável de outras pessoas e a quantidade de pessoas da simulação é parametrizável;
- As pessoas não têm um destinatário preferido. Este requisito implementado no modelo é uma simplificação do real, uma vez que as pessoas normalmente têm destinatários preferidos ou mais frequentes, por várias razões. Para implementar este requisito teriam que se modelar outros fatores, como a influência que um agente tem no grupo, a necessidade e frequência das chamadas das pessoas em relação às outras;
- As ofertas são criadas pelas pessoas com base nos seus pontos disponíveis;
- Os pontos das pessoas só são convertidos em ofertas quando atingem um patamar estipulado na simulação;
- As pessoas oferecem presentes com uma probabilidade variável;



Figura 5.5: Parâmetros na interface da simulação.

- As pessoas pretendem receber uma determinada quantidade de presentes, caso não recebam perdem o interesse pelo grupo.

Neste modelo os agentes construídos executam ações de:

- Identificação de outros agentes;
- Validação e alteração de parâmetros do ambiente;
- Validação do seu estado interno;
- Interação com outros agentes.

Na tabela 5.4 podem ver-se com mais detalhe as ações dos vários agentes, agrupadas por agente.

O trabalho de modelação e a simulação apresentados são inovadores na sua aplicabilidade no contexto de telecomunicações e, mais especificamente, na retenção de clientes.

Tabela 5.4: Ações dos agentes.

Agente	Ações do agente
Pessoa	valida se está ativo valida parâmetro telefonar desloca-se a outros agentes 'pessoa' e regressa à origem valida o parâmetro de modo de visualização marca o caminho interage com outros agentes 'pessoa' identifica os seus agentes 'pontos' identifica os outros agentes 'pontos'
Pontos	valida se está ativo valida se tem pontos para oferecer identifica os seus agentes 'oferta' incrementa o valor dos seus pontos por de acordo com os telefonemas decrementa o valor dos seus pontos pelas ofertas que foram criadas
Oferta	valida se está ativo valida parâmetro oferecer valida se tem ofertas disponíveis incrementa valor de ofertas por pontos recebidos valida o parâmetro de modo de visualização marca o caminho identifica outros agentes 'oferta' ativos desloca-se a outros agentes 'oferta' ativos e regressa à sua origem interage com outros agentes 'oferta' decrementa a quantidade de presentes disponíveis em função dos presentes oferecidos
Presente	valida se está ativo incrementa a quantidade de presentes recebidos valida o parâmetro num-iteracoes valida se os seus presentes recebidos estão dentro da expetativa identifica os seus agentes 'pessoa', 'pontos' e 'oferta' desativa os seus agentes 'pontos', 'pessoa' e 'oferta'

Capítulo 6

Resultados

Para explorar de que forma a troca de presentes pode influenciar a manutenção de elementos num grupo de pessoas que falam entre si foram realizadas várias experiências, testando cenários até se alcançar um grupo representativo dos resultados, que são apresentados neste capítulo.

Utilizou-se a ferramenta denominada BehaviorSpace, integrada na plataforma NetLogo. Aquela foi indispensável para repetir a execução da simulação um elevado número de vezes de uma forma exaustiva e paralelizada, com um computador de vários núcleos. Ao invés de se ter alterado apenas um valor para cada parâmetro na interface e corrido a simulação sempre que se precisou de obter resultados, com o BehaviorSpace definiram-se intervalos para os parâmetros, os *reporters* de *output* da simulação e o número de vezes que se repetiu a mesma com essa combinação de valores. A ferramenta executa-a, tendo os seus resultados sido gravados em vários ficheiros .csv que foram importados para uma base de dados para análise.

Na tabela 6.1 podem ver-se parâmetros simulados e os respetivos intervalos de valores .

Tabela 6.1: Valores dos parâmetros que foram utilizados nas simulações.

Parâmetro	Valores
qtd-pessoas	5; 10; 45; 135
custo-pontos	de 20 a 100, em intervalos de 20
custo-ofertas	de 1000 a 5000, em intervalos de 1000
p-gift-exchange	de 0,1 a 1, em intervalos de 0,1
p-gerar-pontos	de 0,1 a 1, em intervalo de 0,1
interesse	de 3 a 10, em intervalos de 1
num-iteracoes	de 200 a 500, em intervalos de 100

Na figura 6.1 pode ver-se um exemplo de uma configuração, neste caso foi analisado o *reporter* 'saida' ao longo de 20 repetições da simulação para os parâmetros escolhidos, variando entre os intervalos delimitados pelos parênteses retos.

Apesar da ferramenta acima mencionada ter facilitado a obtenção dos resultados das simulações, foi necessário executá-las faseadamente porque a variação e combinação dos parâmetros excedia a capacidade de memória da plataforma NetLogo.

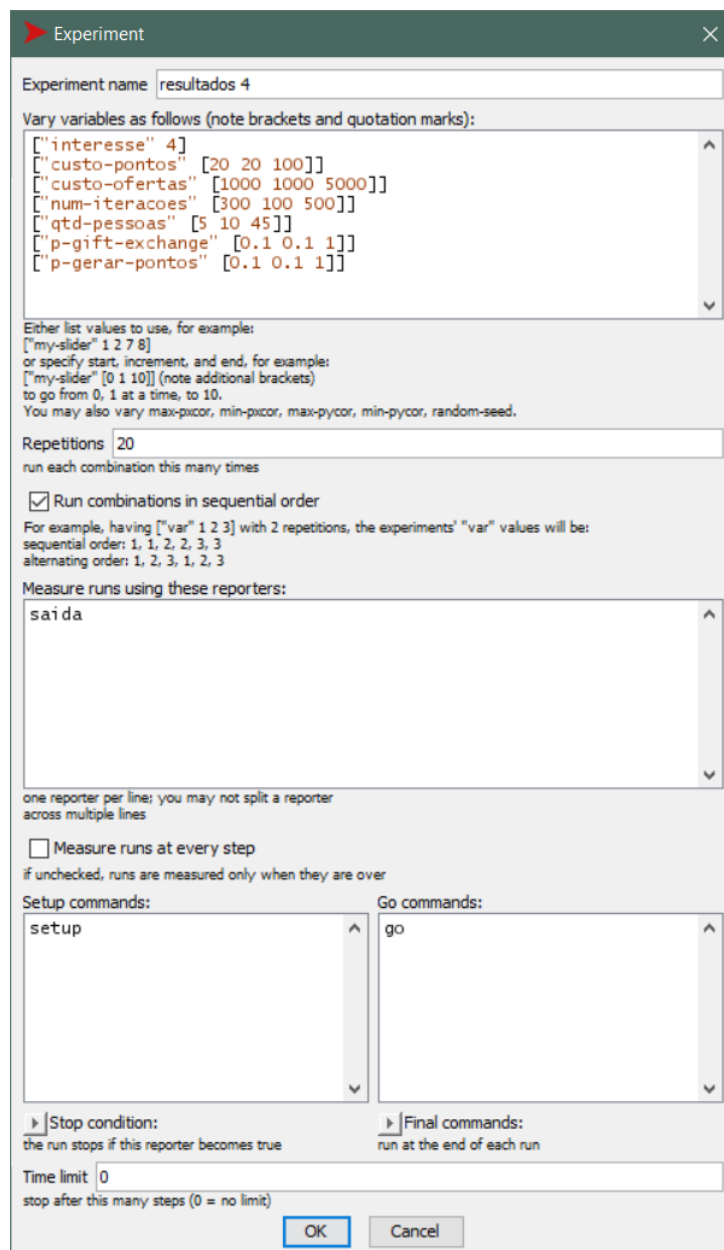


Figura 6.1: Janela da ferramenta BehaviorSpace com valores configurados para correr a simulação.

Seguidamente apresentam-se os resultados principais obtidos pela análise das execuções da simulação segundo a forma descrita acima.

Em primeiro lugar, o gráfico da figura 6.2 exhibe a média global (para os parâmetros e respectivas combinações que foram executados) de pessoas que se desativaram no final das simulações, sendo visível o efeito causado pela variação da probabilidade da oferta de presentes. Conforme mostrado, verificou-se um impacto positivo para a permanência das pessoas no grupo resultante da troca de presentes.

A análise dos dados resultantes das simulações também evidenciou o surgimento de alguns padrões que foram agrupados em dois conjuntos: no primeiro é fácil obter as ofertas e, ao invés, no segundo é difícil. Por outro lado, cada um destes conjuntos foi por sua vez subdividido em 2, resultando assim em 4 cenários, que são descritos abaixo.

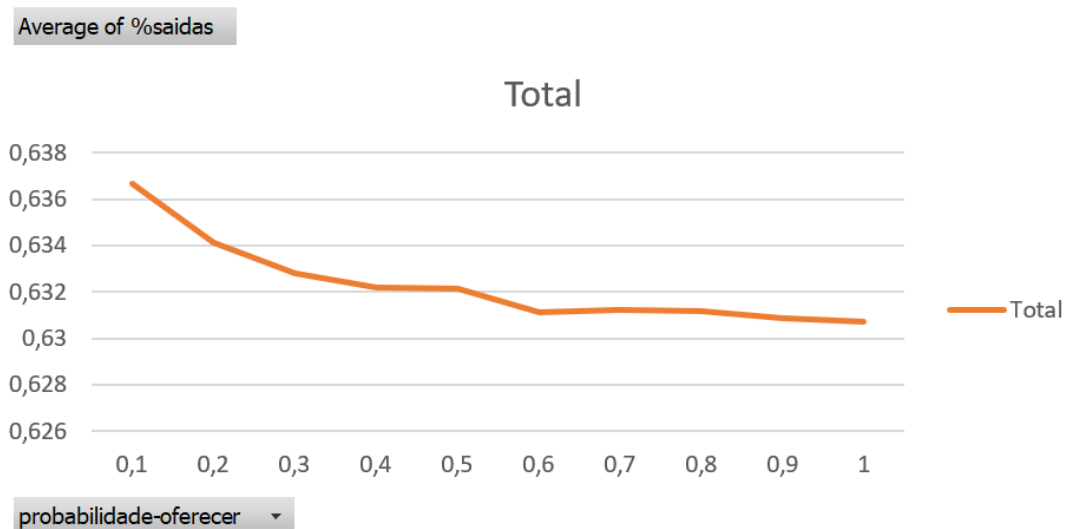


Figura 6.2: Gráfico com os resultados globais resultantes das simulações.

6.1 Cenários A e B

Nos cenários A e B observou-se que as pessoas se encontram num mundo de abundância: o esforço para obter pontos e criar ofertas é o menor possível, daqui resultando que existem mais ofertas disponíveis para atribuir a outras pessoas.

6.1.1 Cenário A

Os padrões resultaram da existência de um conjunto de fatores: o parâmetro interesse no seu valor máximo (10), bem como o num-iteracoes (500), mais pontos disponíveis (p-gerar-pontos com valores de 0,8; 0,9 e 1), presentes mais baratos (1000) e probabilidade de fazer ofertas entre 0,1 e 1. A quantidade de pessoas é variável, foram simulados os valores de 5, 10, 45 e 135 pessoas. O gráfico da figura 6.3 mostra a média dos resultados obtidos.

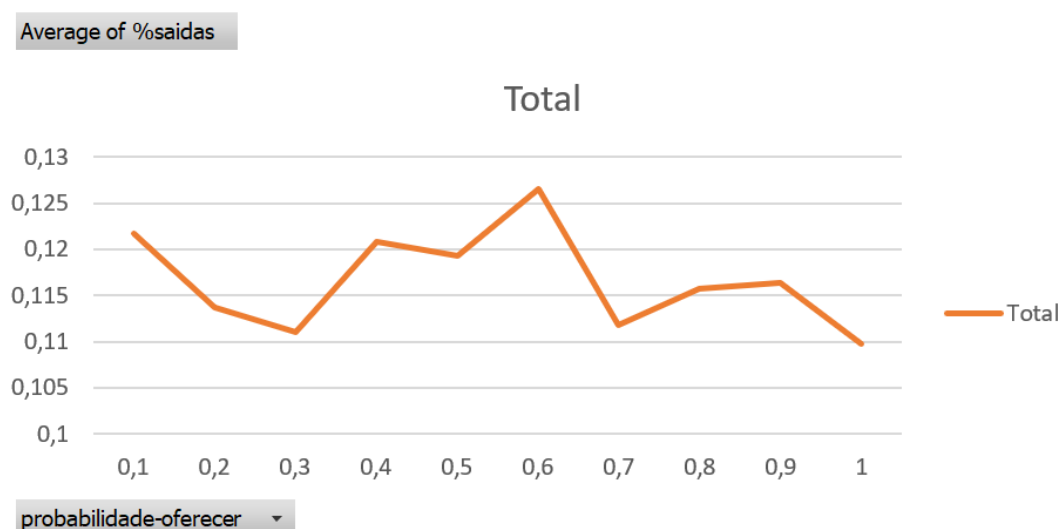


Figura 6.3: Gráfico com os resultados no cenário A.

Este tipo de cenário corresponderá a uma situação real em que as pessoas têm uma expectativa de receber presentes elevada, mas estão dispostas a esperar. O grupo é falador e o custo da obtenção dos bens é baixo. A quantidade de agentes que fica inativa (desliga-se do grupo) é a mais baixa de entre todas as simulações.

6.1.2 Cenário B

Aqui o interesse está no limite máximo (10) e o num-iteracoes no valor 250; p-gerar-pontos tem valores de 0,8; 0,9 e 1, o custo dos presentes tem o valor mais baixo (1000), a probabilidade de fazer ofertas entre 0,1 e 1, e o custo para a pessoa obter pontos é o mais favorável. A quantidade de agentes é variável, foram simulados os casos com o número de agentes igual ao do cenário A.

O gráfico da figura 6.4 mostra a média dos resultados obtidos.

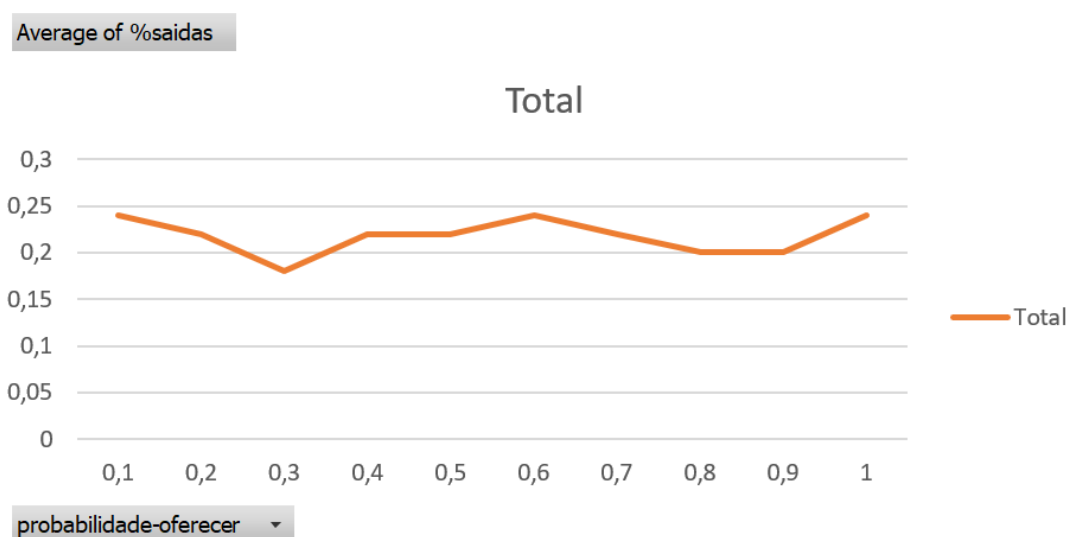


Figura 6.4: Gráfico com os resultados no cenário B.

Aqui, a quantidade de agentes que fica inativa é superior à do cenário A, como seria de esperar. A probabilidade de se fazer troca de presentes não é vantajosa no seu valor máximo, o que é um resultado inesperado.

6.1.3 Resumo dos cenários A e B

Nestes dois cenários, a quantidade de presentes recebidos por cada pessoa e a sua permanência na rede é essencialmente diferenciada pelo num-iteracoes. Transpondo estes cenários para o real, a abundância de bens oferecidos faz com que seja mais fácil manter as pessoas no grupo, especialmente quando elas estão dispostas a esperar pelas ofertas. Quando as pessoas querem obter os presentes mais rapidamente, há uma percentagem maior de pessoas que ficam inativas.

6.2 Cenários C e D

Nos cenários C e D os bens são caros, i.e., obter pontos é mais difícil e para criar ofertas é necessário ter mais pontos. As pessoas mantêm o interesse no valor máximo e o num-iteracoes varia. Cada um destes casos vai ser apresentado seguidamente.

6.2.1 Cenário C

Interesse e num-iteracoes nos seus limites máximos (10 e 500, respetivamente); p-gerar-pontos com valores de 0,8; 0,9 e 1, o custo da obtenção de pontos é o mais caro e para criar uma oferta são necessários 5000 pontos (o valor máximo). A quantidade de agentes é variável, mais uma vez foram simulados os casos em que o número de agentes é igual ao dos cenários anteriores.

Na figura 6.5 podem observar-se os resultados obtidos.

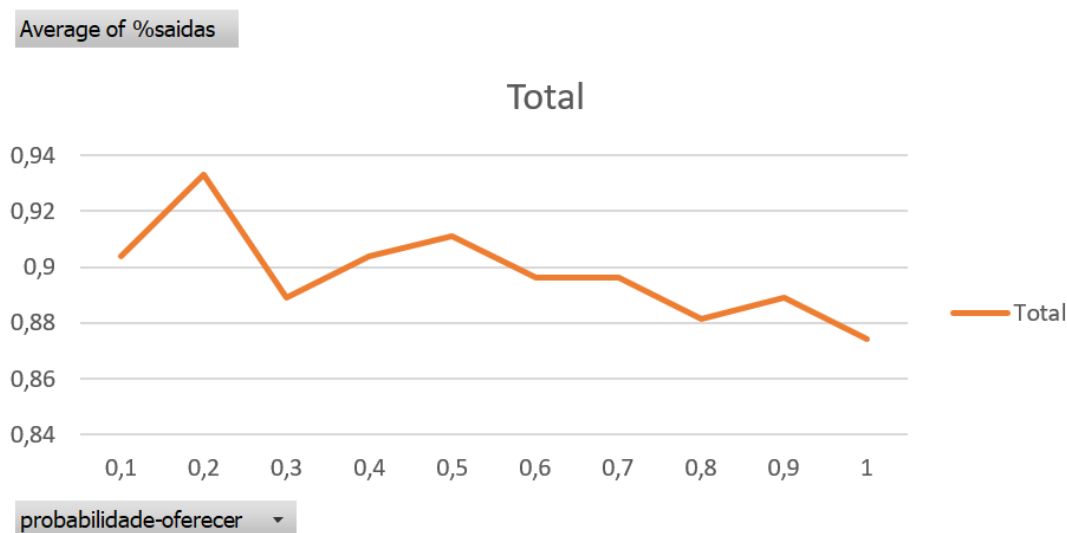


Figura 6.5: Gráfico com os resultados no cenário C.

Este tipo de cenário corresponde a uma situação em que as pessoas têm uma elevada expectativa em receber presentes e estão dispostas a esperar, mas o custo de obtenção dos bens é o mais elevado. O aumento da probabilidade de oferecer presentes tem um impacto positivo na manutenção do elementos no grupo.

6.2.2 Cenário D

O num-iteracoes é metade do valor do cenário C, os restantes parâmetros são iguais aos daquele cenário: interesse no limites máximo (10); p-gerar-pontos com valores de 0,8; 0,9 e 1, o custo da obtenção de pontos é o mais caro e para criar uma oferta são necessários 5000 pontos (o valor máximo). A quantidade de agentes é igual à dos cenários anteriores.

O gráfico da figura 6.6 mostra a média dos resultados obtidos.

Como seria previsível, neste cenário existem mais saídas do grupo. O aumento da probabilidade de trocar presentes reflete-se na diminuição do número de pessoas que abandonam o grupo.

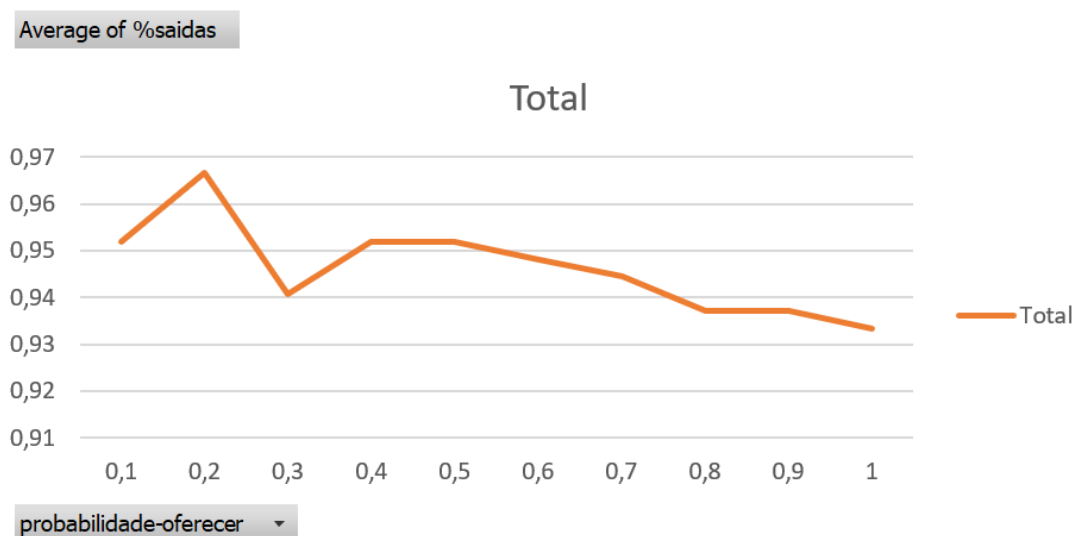


Figura 6.6: Gráfico com os resultados no cenário D.

6.2.3 Resumo dos cenários C e D

Nos cenários C e D a dificuldade em obter os pontos é de tal ordem que as pessoas dificilmente conseguem a quantidade suficiente para criar ofertas, que são caras. O num-iteracoes parametrizado na simulação é importante para o aumento do número de pessoas que abandonam o grupo. À medida que a probabilidade de oferecer presentes aumenta, é menor a quantidade de saídas do referido grupo.

6.3 Conclusões retiradas das simulações

A partir das simulações efetuadas conclui-se o seguinte:

- A troca de presentes contribui para aumentar a permanência das pessoas no grupo;
- Se as pessoas fizerem muitas chamadas e derem ofertas é possível manter uma boa coesão do grupo, mesmo quando há expectativas elevadas em relação ao número de presentes a receber, desde que seja barato obter pontos e criar presentes;
- O custo dos presentes é irrelevante para a manutenção no grupo se as outras pessoas não estiverem interessadas em recebê-los;
- Qualquer cenário é mau para manter a coesão se as pessoas não oferecerem os presentes;
- Os resultados são mais variáveis quando é difícil obter os bens, mas não no pior caso possível. Isto pode ser causado pelo facto de na inicialização se atribuir às pessoas pontos e ofertas disponíveis num valor aleatório e este refletir-se mais nos resultados finais do que nos cenários em que é mais fácil obter os bens ou no pior caso para os obter.

A troca de presentes contribui para aumentar a permanência das pessoas no grupo, quer considerando os resultados globais obtidos nas simulações, quer em casos mais específicos, nomeadamente nos cenários mencionados acima. Porém, numa perspetiva empresarial não interessa implementar um modelo de *gift*

exchange de certa forma ‘cego’, em que todas as pessoas conquistam pontos ou adquirem as ofertas com o mesmo esforço, isto porque os presentes oferecidos têm um custo associado para a empresa. Assim, coloca-se a questão: quem são os clientes mais interessantes para lhes serem concedidas facilidades nesta aquisição? Devem ser aqueles que têm tarifários mais caros, ou os pontos obtidos podem ser diferenciados segundo critérios adicionais?

Defende-se aqui que é mais interessante usar os modelos de *gift exchange* se se conseguirem identificar os elementos ‘chave’ dos grupos de pessoas que comunicam entre si e se estes puderem obter presentes para fidelizar os outros elementos ‘satélite’. Este tipo de modelo terá que levar em conta fatores como a influência de uma pessoa no grupo, os padrões de comunicações entre elas e a necessidade que determinadas pessoas têm de contactar outras, mesmo em condições desfavoráveis, entre outros.

Capítulo 7

Conclusão

A indústria da prestação de serviços de telecomunicações é altamente competitiva. As ofertas dos diversos operadores são semelhantes, quer em termos de preço, quer em termos de variedade e qualidade de serviços. Nem sempre é fácil ou financeiramente viável no curto prazo apresentar soluções que sejam inovadoras e permitam aumentar quota de mercado com base nessa diferenciação comparativamente a outros concorrentes.

Assim, existe a necessidade de conseguir manter os clientes, algo que as empresas procuram fazer através de contratos de fidelização. Nestes contratos, o cliente fica obrigado a permanecer com os serviços contratualizados, sob pena de ter que pagar o valor total remanescente das mensalidades acordadas. Atualmente existe pressão por parte das entidades reguladoras europeias dos setores das telecomunicações para haver uma redução nas penalidades associadas ao incumprimento destes contratos, facilitando a troca de operadora por parte dos clientes.

Especificamente na área das telecomunicações, a manutenção de clientes apresenta vantagens importantes, tais como o facto do seu custo ser inferior ao de angariar e fidelizar novos clientes, de proporcionar a oportunidade para vender outros serviços ao cliente e de contribuir para uma percepção de melhor imagem de marca e para a atração de mais clientes.

A análise das redes sociais tem dado um contributo variado e permitido uma abordagem até há alguns anos praticamente ignorada em várias áreas do saber. A utilização de *software* permite que sejam feitas análises quantitativas de realidades e processos (anteriormente só eram possíveis para casos de redes sociais pequenas), extendendo a análise a redes com milhares ou milhões de nós e a novos objectos de estudo. Por outro lado, a criação de redes sociais é automatizada e estas podem ser alvo de simulações, facilitando a construção de cenários.

Por outro lado, a aplicação de um modelo de *gift exchange* utilizado pelos clientes fornecerá pistas em relação a algumas conexões que existem no mundo real entre as pessoas. Há diversas motivações que conduzem à troca de presentes, podendo a mesma não ser simplesmente desinteressada ou motivada por razões pessoais, mas sim relacionada com fatores de ordem profissional. Em conjunto com informação que os provedores de telecomunicações já possuem, tais como o segmento ao qual os clientes pertencem (por exemplo, empresarial), poderão eventualmente ser deduzidas informações adicionais. Uma vertente que teria que ser explorada e aplicada seria a apresentação por parte dos operadores de presentes distintos para os diversos segmentos ou mesmo tipos de clientes.

Pode argumentar-se que com as tarifas planas as empresas não têm vantagens para concretizar análises

do tipo apresentado, mas quanto mais informação obtiverem sobre os seus clientes, mais personalizados serão os serviços que lhes propõem.

A análise das redes sociais pode eventualmente exender-se às redes que os clientes já usam, como o Instagram. O Instagram é utilizado especialmente pelos clientes mais jovens e poderia ser interessante para contribuir para fidelizá-los não com contratos, mas com serviços construídos à medida.

7.1 Contribuições

As contribuições deste trabalho são as seguintes:

- Proposta de um modelo de Simulação Social Baseada em Agentes, com utilização de uma componente de *gift exchange* e recorrendo à metodologia *Overview, Design concepts, Details + Decisions* para fazer a descrição daquele;
- Implementação do modelo na plataforma NetLogo e execução das simulações com a ferramenta BehaviorSpace da referida plataforma;
- Publicação do artigo *A Gift-exchange model for the maintenance of group cohesion in a telecommunications scenario* na conferência *16th International Conference on Distributed Computing and Artificial Intelligence - 2019*;
- Identificação dos padrões que contribuem para a desagregação dos grupos simulados. Resumidamente, os resultados das simulações executadas permitiram concluir que o *gift exchange* tem influência na coesão da rede social, sendo benéfica para esta os casos em que existe mais troca de presentes. Em cenários de escassez dos bens para oferecer, a troca de presentes é difícil e conjugado com um interesse elevado em receber as ofertas a desagregação do grupo é maior;
- Aumentar o interesse pelo estudo de modelos de *gift exchange* em geral e, em particular, pelo estudo da sua aplicabilidade para fortalecer os laços entre indivíduos e empresas que lhes fornecem serviços ou bens.

7.2 Dificuldades encontradas

Verificaram-se duas situações relacionadas com a obtenção de informação, curiosamente diametralmente opostas:

- Quando existe uma proliferação de informação disponível em tópicos do conhecimento, este excesso pode acabar por constituir um fator que dificulta, ao invés de ajudar, o desenvolvimento de um trabalho. O aumento do estudo de redes sociais, da sua aplicabilidade e análise deu azo à publicação de um vasto número de artigos científicos, à criação de disciplinas em cursos de Universidades, publicação de livros, entre outros. Assim, a dificuldade encontrada foi a de discernir qual a informação importante para este caso concreto;
- Não foi possível obter padrões de comunicação reais, o que impediu a representação de uma forma mais objectiva de aspetos do trabalho, tais como a estrutura da rede social da simulação.

7.3 Trabalhos futuros

Este trabalho visou ser um exemplo da aplicabilidade e interesse da Simulação Social Baseada em Agentes com modelo de *gift exchange* ao caso da retenção de clientes na indústria de telecomunicações, através da análise da desagregação dos grupos. A partir daqui vários caminhos podem ser seguidos que se concretizam fundamentalmente no aumento da complexidade do modelo, na sua aproximação à realidade ou no uso :

- Adicionar mais variáveis no modelo, tais como o interesse do indivíduo para a empresa;
- Aumentar a complexidade dos agentes que atribuem as ofertas. Por exemplo, a atribuição de ofertas pode depender de fatores como preferências pessoais por outros indivíduos ou podem existir diversos tipos de bens;
- Introduzir uma estrutura da rede de relações sociais entre os indivíduos procurando identificar os atores que são mais importantes para a manutenção da rede e mais interessantes do ponto de vista de retenção dos clientes;
- Alimentar o modelo com dados reais. O modelo poderá ser estendido recorrendo à metodologia *Overview, Design concepts, Details + Decisions + Data* (ODD+2D) explicada por [Laatabi et al., 2018]. A utilização desta será vantajosa porque, em primeiro lugar, o modelo actual utiliza a ODD+D, e, segundo, aquela é adequada para fazer a modelação de simulações que utilizam dados externos. Aqui, essa informação seria os padrões de comunicação a partir dos quais se poderia construir uma rede social assente em dados reais;
- Para além da aplicação dos modelos de *gift exchange* num cenário de retenção de clientes de telecomunicações, podem estudar-se, num contexto mais amplo, outros tipos de trocas entre os indivíduos que, não deixando de se poderem considerar uma forma de 'presente', não o são nos termos que utilizamos habitualmente. Como exemplo, podem criar-se modelos para simular e testar a troca de favores - eventualmente em ambientes económicos em que possa haver interesse ou intenção em ter comportamentos de corrupção.

7.4 Impactos sociais e económicos

O maior impacto que pode resultar desta linha de análise é de ordem económica. Deve considerar-se a perspectiva empresarial, bem como a do cliente. A informação que as empresas obtêm permite-lhes melhorar a qualidade dos serviços prestados e reduzir os custos, aumentar a retenção dos clientes mais importantes e também contribui para uma melhoria na relação entre o cliente e o fornecedor do serviço, uma vez que expressa o interesse deste na manutenção do cliente.

No aspecto social, a troca de presentes fortalece os laços entre as pessoas que intervêm na troca. No entanto, também pode contribuir para afastar as restantes ou gerar comportamentos em que os indivíduos são movidos apenas pelo interesse material.

Bibliografia

- S. Abar, G. K. Theodoropoulos, and P. Lemarinier et al. Agent based modelling and simulation tools: A review of the state-of-art software. *Computer Science Review*, 24:13–33, 2017.
- S. J. Alam, F. Hillebrandt, and M. Schillo. Sociological implications of gift exchange in multiagent systems. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 8(3):5, 2005. ISSN 1460-7425. URL <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/8/3/5.html>.
- R. Albert, H. Jeong, and A. Barabási. Error and attack tolerance of complex networks. *Nature*, 406: 378–382, 2000.
- L. Antunes and H. Coelho. On how to conduct experimental research with self-motivated agents. In *RASTA*, 2002.
- L. Antunes, H. Coelho, J. Balsa, and A. Respício. *e*plore v.0: Principia for Strategic Exploration of Social Simulation Experiments Design Space*. 01 2007. doi: 10.1007/978-4-431-73167-2_27.
- L. Antunes, D. Nunes, H. Coelho, J. Balsa, and P. Urbano. Context switching versus context permeability in multiple social networks. In *Progress in Artificial Intelligence*, pages 547–559. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- M. Baghai, S. Smit, and P. Viguerie. Is your growth strategy flying blind? *Harvard Business Review*, 2009.
- R. Belk. Gift-giving behavior. Working paper, College of Commerce and Business Administration - University of Illinois at Urbana-Champaign, November 1977.
- C. Bellemare and B. Shearer. Gift giving and worker productivity: Evidence from a firm-level experiment. *Games and Economic Behavior*, 67(1):233 – 244, 2009.
- S. Boccaletti, V. Latora, and Y. Moreno et al. Complex networks: Structure e dynamics. *Physics Reports*, 424(4):175 – 308, 2006. ISSN 0370-1573. doi: <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2005.10.009>. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037015730500462X>.
- E. Bonabeau. Agent-based modeling methods e techniques for simulating human systems. In *Proceedings of the National Academy of Sciences*, volume 99, 2002.
- S. P. Borgatti and D. S. Halgin. Network theorizing. *Organization Science*, 5(22):1168–1181, 2011.
- S. P. Borgatti, A. Mehra, D. J. Brass, and G. Labianca. Network analysis in the social sciences. *Science*, (323):892–895, 2009.
- D. J. Brass. A social network perspective on organizational psychology, September 2012.

- M. Calado, L. Antunes, and A. Ramos. Social simulation for optimization of emergency health services policy. In *2014 IST-Africa Conference Proceedings*, pages 1–8, 2014.
- M. Calado, L. Antunes, and A. Ramos. Siema: A system to improve the access to medical emergency services. In *2015 IST-Africa Conference*, pages 1–10, 2015.
- M. Calado, L. Antunes, and A. Ramos. Managing the access to medical emergencies services. In *Advances in Intelligent Systems and Computing*, volume 474 of *DCAI'05*, pages 1–8. Springer, Cham, 2016.
- M. P. Calado. *Serviço de emergência médica angolano: optimização utilizando sistemas multi-agente*. Doctoral thesis, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2015.
- M. P. Calado and L. Antunes. Simulação social para otimização das políticas de serviços de emergência médica. *Revista de Ciências da Computação*, 2012.
- M. P. Calado and A. Ramos. Accessing medical emergency services. In *2016 IST-Africa Week Conference*, pages 1–7, May 2016.
- M. P. Calado, A. Ramos, and L. Antunes. Structuring information on the web, an example with pharmacies services. In *2017 IST-Africa Week Conference (IST-Africa)*, pages 1–6, 2017.
- M. P. Calado, A. Ramos, and D. Fabiano. Integrated system for health services management. In *2018 IST-Africa Week Conference (IST-Africa)*, 2018.
- J. Currie, W. Lin, and J. Meng. Social networks and externalities from gift exchange: Evidence from a field experiment. *J Public Econ*, 107:19–30, 2013.
- S. Deichsel and A. Pyka. A pragmatic reading of friedman’s methodological essay and what it tells us for the discussion of ABMs. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 12(4), 2009.
- S. DellaVigna, J. A. List, U. Malmendier, and G. Rao. Pay, reference points and police performance. *The Quarterly Journal of Economics*, 121(3):783–821, 2006.
- S. DellaVigna, J. A. List, U. Malmendier, and G. Rao. Estimating social preferences and gift exchange at work. Working Paper 22043, National Bureau of Economic Research, February 2016.
- C. Esteves-Sorenson. Gift exchange in the workplace: Addressing the conflicting evidence with a careful test. *Management Science*, 64, 08 2017. doi: 10.1287/mnsc.2017.2801.
- E. Fehr, G. Kirchsteiger, and A. Riedl. Gift exchange and reciprocity in competitive experimental markets. *European Economic Review*, 42:1–34, 1998.
- L. C. Freeman. Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1979.
- D. S. Gilchrist, M. Luca, and D. Malhotra. When 3+1 \neq 4: Gift structure and reciprocity in the field. *Management Science*, 62(9):2639 – 2650, 2016.
- U. Gneezy and J. A. List. Putting behavioral economics to work: testing for gift exchange in labor markets using field experiments. *Econometrica*, 74(5):1365–1384, 2006.
- V. Grimm, U. Berger, and F. Bastiansen et al. A standard protocol for describing individual-based and agent-based models. *Ecological Modelling*, 198:115–126, 2006.

- V. Grimm, U. Berger, and D. L. DeAngelis et al. The ODD protocol: a review and first update. *Ecological Modelling*, 221:2760–2768, 2010.
- J. Groeneveld, A. Klabunde, M. L. O’Brien, and A. Grow. How to describe agent-based models in population studies? *Agent-Based Modelling in Population Studies*, pages 237–254, 2017.
- T. R. Gruber. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 1993.
- GSMA. Number of mobile subscribers worldwide hits 5 billion, 2018. URL <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/number-mobile-subscribers-worldwide-hits-5-billion/>.
- S. Hassan, L. Antunes, and M. Arroyo. Deepening the demographic mechanisms in a data-driven social simulation of moral values evolution. pages 167–182, 05 2008. doi: 10.1007/978-3-642-01991-3_13.
- P. Hoen, K. Tuyls, and L. Panait et al. An overview of cooperative and competitive multiagent learning. In *Proceedings of the First International Conference on Learning and Adaption in Multi-Agent Systems*, LAMAS’05, pages 1–46, Berlin, Heidelberg, 2006. Springer-Verlag.
- M. Kirchler and S. Palan. Friendliness pays off! respect and monetary gifts in the service industry. Working paper, University of Innsbruck, 2015.
- R. F. Kizilcec, E. Bakshy, D. Eckles, and M. Burke. Social influence and reciprocity in online gift giving. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI ’18, pages 126:1–126:11, New York, NY, USA, 2018. ACM. ISBN 978-1-4503-5620-6.
- K. Kravari and N. Bassiliades. A survey of agent platforms. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 18(1):11, 2015. ISSN 1460-7425. doi: 10.18564/jasss.2661. URL <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/18/1/11.html>.
- A. Laatabi, N. Marilleau, and T. Nguyen-Huu et al. ODD+2D: An ODD based protocol for mapping data to empirical ABMs. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 21(2):9, 2018. ISSN 1460-7425. doi: 10.18564/jasss.3646. URL <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/21/2/9.html>.
- D. Lusseau and M. J. Newman. Identifying the role that animals play in their social networks. In *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences.*, volume 271 Suppl 6, pages S477–481, January 2005.
- R. Macera and V. Velde. On the power of surprising versus anticipated gifts in the workplace, January 2018.
- M. Maréchal and C. Thöni. Hidden persuaders: Do small gifts lubricate business negotiations? Working Paper 5888, ESIFO, May 2016.
- A. Marin and B. Wellman. *Social network analysis: an introduction*. The SAGE handbook of social network analysis. Cambridge University Press, 2014. ISBN 9781446294413.
- A. Mas. Pay, reference points and police performance. *The Quarterly Journal of Economics*, 121(3): 783–821, 2006.

- B. Müller, F. Bohn, and G. Dressler et al. Describing human decisions in agent-based models - ODD+D, an extension of the ODD protocol. *Environmental Modelling and Software*, 48:37–48, 2013.
- M. Newman. *Networks An introduction*. Oxford University Press, 2010. ISBN 9780199206650.
- T. K. Nguyen, N. Marilleau, T. V. Ho, and A. El Fallah. New protocol supporting collaborative simulation. In *Proceedings of the Second Symposium on Information and Communication Technology*, pages 137–145. ACM, 2011.
- D. Nunes and L. Antunes. Modelling structured societies: a multi-relational approach to context permeability. *Artificial Intelligence*, 229:175–199, 08 2015. doi: 10.1016/j.artint.2015.08.003.
- J. Gary Polhill, D. Parker, D. Brown, and V. Grimm. Using the ODD protocol for describing three agent-based social simulation models of land-use change. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 11(2):3, 2008. ISSN 1460-7425.
- S. Railsback, D. Ayllón, and U. Berger et al. Improving execution speed of models implemented in NetLogo. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 20(1):3, 2017. ISSN 1460-7425. doi: 10.18564/jasss.3282. URL <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/20/1/3.html>.
- G. Ramos-Fernández, D. Boyer, F. Aureli, and L. G. Vick. Association networks in spider monkeys (*ateles geoffroyi*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63(7):999–1013, 2009. ISSN 1432-0762. doi: 10.1007/s00265-009-0719-4.
- J. Rouchier, M. O'Connor, and F. Bousquet. The creation of a reputation in an artificial society organised by a gift system. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 4(2), 2001.
- D. Sliwka and P. Werner. Wage increases and the dynamics of reciprocity. *Journal of Labor Economics*, 35(2):299 – 344, 2017.
- R. Stocker, D. Green, and D. Newth. Consensus and cohesion in simulated social networks. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 4(4), 2001.
- S. Tisue and U. Wilensky. Netlogo: Design and implementation of a multi-agent modeling environment. In *Proceedings of the Agent 2004 Conference on Social Dynamics: Interaction, Reflexivity and Emergence*, 2004.
- S. Wasserman and K. Faust. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Structural Analysis in the Social Sciences. Cambridge University Press, 1994. ISBN 9780521387071.
- D. J. Watts and S. H. Strogatz. Collective dynamics of ‘small-world’ networks. *Nature*, 393, June 1998.
- U. Wilensky. Behaviorspace guide, 1999. URL <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/behaviorspace.html>.
- M. Wooldridge and N.R. Jennings. Intelligent agents: Theory and practice. *Knowledge Engineering Review*, 10(2):115–152, June 1995.
- S. Younger. Reciprocity, sanctions, and the development of mutual obligation in egalitarian societies. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 8(2), 2005.